PUBBLICAZIONI

DELLO

ISTITUTO DI STUDII VINCIANI

IN ROMA

DIRETTO DA MARIO CERMENATI

---

VOLUME TERZO

---

GIUSEPPE DE LORENZO

# LEONARDO DA VINCI
E
# LA GEOLOGIA



BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI
EDITORE

# INTRODUZIONE

leonardo vinci disciepolo della sperientia
*Codice Atlantico*, f. 191, r. a.

la natura è piena d'infinite ragioni
che non furono mai in isperientia
*Manuscrits I de l'Institut*, 18 r.

Leonardo da Vinci è il precursore della moderna geologia. Precursore, non fondatore, perchè i suoi pensieri sulle formazioni e transformazioni della terra, rimasti per più di tre secoli ignoti, ci si sono rivelati solo da poco, quando la geologia moderna s'era già per altre vie, sebbene con ritardato cammino, completamente costituita come scienza. Ciò non menoma, anzi accresce il valore delle osservazioni e dei pensieri dell'uomo grande e singolare, giunto libero e spontaneo, con la sola forza della sua mente, là dove la restante umanità è pervenuta, tentennando e faticando, con quasi tre secoli di ritardo.

Perchè Leonardo, se nell'arte e nelle altre scienze, in cui ha lasciato le orme vaste delle sue visioni e dei suoi pensieri, affonda le sue radici spirituali nella tradizione del passato ed allaccia i suoi rami a quelli della vita artistica e scientifica sua contemporanea, invece nello studio del divenire della terra si erge solo e gigante in mezzo alla sua età, senza legami con questa, nè col suo futuro, affidandosi solo, senza insegnamenti di maestri antichi o recenti, alla luce della sua esperienza. Per la geologia dunque, più che per l'arte e che per qualunque altra scienza, Leonardo poteva sicuramente affermare quel che ci

ha lasciato scritto nel foglio 191, *r. a.*, del *Codice Atlantico*: *leonardo vinci disciepolo della sperientia.*

Ma non bisogna intendere tale affermazione nel senso assai ristretto e pedestre, cui hanno riportato la scienza molti specialisti moderni: perchè Leonardo stesso ci ha indicato quali ampli limiti possa avere l'esperienza, ricordandoci, nel foglio 18 *r* dei manoscritti I dell'Istituto di Francia, che *la natura è piena d'infinite ragioni che non furono mai in isperientia* e preludendo così quasi di un secolo al pensiero, che Shakespeare fa esprimere da *Amleto*: Vi sono più cose in cielo e terra, Orazio, che siano sognate nella tua filosofia.

Infatti per Leonardo l'esperienza non è che il mezzo, per giungere a scoprire la legge generale di natura: legge, che egli stesso ritrova nel principio di causalità. Così nel foglio 86 *r* del *Codice Atlantico* ci dice: « La sperienza, interprete in fra l'artifiziosa natura e la umana spezie, ne 'nsegna, ciò che essa natura in fra mortali adopra, da necessità constretta, non altrimenti oprar si possa, che la ragione, suo timone, oprare le 'nsegni ». E nel foglio 147 *v* del medesimo *Codice* aggiunge: « Nessuno effetto è in natura senza ragione; intendi la ragione, e non ti bisogna sperienza ». E nel foglio 55 *r* dei manoscritti E dell'Istituto precisa anche con maggiore esattezza la funzione dell'esperienza rispetto alla cognizione delle leggi di natura: « Ma prima farò alcuna esperienza avanti, ch'io più oltre proceda, perchè mia intenzione è allegare prima l'esperienza e poi colla ragione dimostrare, perchè tale esperienza è costretta in tal modo ad operare. E questa è la vera regola, come li speculatori delli effetti naturali hanno a procedere, e ancora che la natura cominci dalla ragione e termini nella sperienza, a noi bisogna seguitare in contrario, cioè cominciando — come di sopra dissi — dalla sperienza, e con quella investigare la ragione ».

Con questo pensiero Leonardo mette, più d'un secolo prima di Galileo e di Francesco Bacone, le vere fondamenta del metodo induttivo e sperimentale e si mantiene su esse saldo, a simiglianza di Galileo ed assai più e meglio che non facessero Bacone e Descartes. Onde a ragione Gabriel Séailles, nella sua biografia psicologica di *Léonard de Vinci,* Paris, Perrin, 5.me éd., 1912, ha potuto scrivere: « En Angleterre, il est convenu que la science moderne commence avec Bacon; en France, on recule volontiers jusqu'a Descartes. On oublie les savants de l'Italie, de Léonard de Vinci à ce Galilée, qui expose nettement la vraie méthode, la pratique avec génie et laisse un école digne de lui. Je veux bien admirer Bacon, esprit partiel, intuitif, qui jette en passant une multitude de vues fécondes et de formules qui vont souvent au delà même de sa pensée; plus encore j'admire Descartes, audacieux jusqu'à la témerité, qui donne la philosophie de la science avant que la science ne soit faite, anticipe ses résultats, court à la fin avant même d'avoir commencé, et cela avec tant de bonheur qu'il semble chaque jour grandi par ses progrès. Ne s'agit il que d'originalité? Je consens à faire son ignorance aussi grande qu'on le voudra pour faire son génie plus surprenant. Mais si l'on veut voir dans Bacon et Descartes les fondateurs de la science moderne, faire tout commencer à eux, je maintiens qu'il y a là une erreur grossière, une erreur de fait que tous peuvent constater. Je vais plus loin: à prendre les choses strictement, Bacon et Descartes sont plus loin d'un savant moderne que Léonard de Vinci et Galilée ». Seguendo il ragionamento del Séailles noi possiamo oggi con piena coscienza affermare, non solo che Leonardo e Galileo sono i veri scienziati nel senso moderno, ma anche che Leonardo ha preceduto di più di un secolo Galileo nel gettare le basi del metodo sperimentale.

Queste basi, come ho detto, Leonardo le costruì coi blocchi dell'esperienza, cementati dal principio della ragione o di causalità. Le parole, con cui egli definiva tale legge di causalità sono quasi simili a quelle adoperate da Schopenhauer nella sua tesi di laurea in filosofia, del 1813, *Sulla quadruplice radice del principio della ragion sufficiente* (vedi Arthur Schopenhauers sämtliche Werke, herausgegeben von Paul Deussen, vol. III, München, Piper, 1912, p. 29). Dice Schopenhauer: « Nella classe degli oggetti pel soggetto, finora descritti, domina il principio della ragion sufficiente come legge di causalità, ed io lo chiamo come tale il principio della ragion sufficiente del *divenire, principium rationis sufficientis fiendi.* Tutte le rappresentazioni contenute nella rappresentazione complessiva, che noi chiamiamo esperienza, sono mediante essa legate una all'altra. Esso è siffatto. Se si produce un nuovo stato di uno o più oggetti reali, esso deve esser stato preceduto da un altro, dal quale il nuovo segue secondo una regola determinata. Un tal seguire si dice conseguire ed il primo stato si chiama causa, il secondo effetto. Siccome il secondo stato deve seguire il primo secondo una regola, ossia sempre, allora il rapporto della causa all'effetto è necessario ». Con parole meno sapute, ma non meno precise, Leonardo scriveva, nelle pagine conservate ora nel South Kensington Museum e riportate nel paragrafo 1135 dell'opera di Richter: « La necessità è maestra e tutrice della natura. La necessità è tema ed inventrice della natura, è freno e regola eterna ». Ed aggiungeva nel foglio 43 *v* dei manoscritti E: « Natura non rompe sua legge »; e nel foglio 23 *v* dei manoscritti C: « La natura è costretta dalla ragione della sua legge, che in lei infusamente vive ». Dilucidava poi meglio il suo pensiero nel foglio 169 *v* del *Codice Atlantico*: « Quando alcuna cosa, cagione dell'altra, induce per suo movimento alcuno effetto, e' bisogna che 'l mo-

vimento dell'effetto seguiti il movimento della cagione ». Questa necessaria consecuzione dell' effetto da causa traeva Leonardo ad esclamare stupefatto, nel foglio 337 *v* del *Codice Atlantico* : « O mirabile e stupenda necessità, tu costringi, colla tua legge, tutti li effetti, per brevissima via, a partecipare delle lor cause ! Questi sono li miracoli ! ».

Qui dunque noi giungiamo al punto, in cui Leonardo, dopo aver assunto l'esperienza come base di ogni conoscenza ed aver ottenuto, mediante l'esperienza, il risultato, che la legge di causalità regola con ferrea necessità tutto l'andamento dell'universo, si arresta innanzi all'evidenza, che a tale necessità o causalità non possa sottrarsi alcuna parte dell'universo, e che quindi in esso non possa assumersi alcuna esteriore potenza, volgarmente chiamata Dio, che operi mediante atti soprannaturali o miracoli. Nè vale opporre a ciò, che Leonardo parli nei suoi manoscritti di un *primo motore*. Che cosa sia tale primo motore, lo ha indicato il sagace ricercatore leonardiano Gustavo Uzielli nella pagina XXXIII del primo volume (II ed.) delle sue *Ricerche intorno a Leonardo da Vinci*, Roma, Loescher, 1896 : « Leonardo chiama Dio il Primo Motore, e sempre lo subordina al concetto dell'invariabilità del meccanismo dell'Universo. Quindi il suo concetto si identifica con quello di Anassagora e di altri filosofi greci e non con quello biblico cristiano di un Dio dotato di una onnipotenza permanente, e capace di sospendere o d'invertire, con un atto di volontà, le leggi fisiche della natura, cioè, come volgarmente si dice, fare dei miracoli ». Ridotto a ciò, il *primo motore* di Leonardo, diventa, quale Dio, così inconsistente, come quel creatore divino, di cui scrisse Kant nel 1755, nella prefazione alla sua *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, esponendo l'origine del mondo secondo i principii meccanici, già cantati da Epicuro e da Lucrezio : « Se l'universo

con tutto il suo ordine e la bellezza è solo un effetto della materia abbandonata alle sue leggi generali di movimento, se la cieca meccanica delle forze naturali si sa sviluppare così stupendamente dal caos e giunge da sè a tale perfezione, allora la prova del creatore divino, che si trae dalla vista della bellezza dell'edificio mondiale, perde ogni forza, la natura è sufficiente a sè stessa, la reggenza divina non è necessaria ». Con tali ragionamenti, dice Kant, si diviene ateisti, come Epicuro, come Lucrezio. Con tali ragionamenti, io aggiungo, Leonardo da Vinci divenne, checchè da alcuni oggi voglia dirsi in contrario, un perfetto ateista; e da ciò egli fu naturalmente guidato a comprendere il formarsi ed il divenire della terra, ossia la geologia, senza alcun intervento divino: assai meglio e più chiaramente di quello, che ai suoi antecessori, contemporanei e successori fosse oscuramente apparso attraverso i nebulosi velami della genesi biblica e del diluvio universale.

Tale sua ateistica indipendenza di giudizio Leonardo la proclama esplicitamente nel *Trattato della pittura*, p. 68 del I vol. dell'edizione di Ludwig, Vienna, 1882: « Se noi dubitiamo della certezza di ciascuna cosa che passa per li sensi, quanto maggiormente dobbiamo noi dubitare delle cose ribelli a essi sensi, come dell'essentia di Dio e dell'anima e simili, per le quali sempre si disputa e contende ». Ma, oltre che da questa ed altre sue dichiarazioni esplicite, essa ci è confermata da Vasari a pag. 556 del tomo III della prima edizione delle sue *Vite*, edita dal Torrentino a Firenze nel 1550, in cui scrisse appunto di Leonardo: « E tanti furono i suoi capricci, che filosofando delle cose naturali, attese a intendere la proprietà delle erbe, continuando et osservando il moto del cielo, il corso della luna, et gli andamenti del sole. Perilche fece nell'animo un concetto sì eretico, che e' non si accostava a qualsivoglia religione, stimando per avventura assai più lo

esser filosofo che cristiano ». Ora, è precisamente questo concetto sì eretico, il quale, mentre da un lato allontana Leonardo da Vinci da qualsivoglia religione, dall'altro lo avvicina, come vedremo, a simili altri pensatori ateisti, come Schopenhauer o gli antichi speculatori indiani, e lo rende, puro di ogni dogma ed in perfetta libertà di spirito, primo geniale interprete moderno della storia della terra e precursore solitario ed ignoto delle moderna geologia.

Tale areligiosa libertà di spirito, necessaria per intendere il divenire della terra, senza le pastoie teistiche di storie divine della creazione, è un carattere precipuo del pensiero italiano e si può di secolo in secolo seguire sulle orme lasciate dai nostri grandi. Leonardo ne diede prova in un tempo ed in una città, in cui ferveva il fanatismo religioso di fra Girolamo Savonarola. Ma due secoli prima di Leonardo, nella stessa Firenze, accanto al fervore religioso di Dante dubitava lo scetticismo ateistico di Guido Cavalcanti, il quale, come ci racconta Boccaccio nella novella 59ª del *Decamerone,* « fu uno dei migliori loici che avesse il mondo, e ottimo filosofo naturale, e perciocchè egli alquanto tenea della opinione degli epicurei, si diceva tra la gente volgare, che queste sue speculazioni erano solo in cercare, se trovar si potesse, che Iddio non fosse ». Simile taccia di epicureismo ateistico era fatta, come dimostra il Vasari, a Leonardo dai suoi contemporanei, e non senza ragione. Infatti Leonardo, nelle sue solitudini meditando, aveva trovato, in anticipazione di Schopenhauer, che la nostra volontà, la potenza dell'anima nostra è quella che (*Trattato della pittura,* ed. Ludwig, 499); « compose la forma del corpo, dov'essa abita, secondo il suo volere »; e tale potenza della volontà inconsapevole o, come direbbero i buddhisti, della sete (*tanhâ*) di vivere egli la estese a tutta la natura, facendola produttrice di tutte le forme e, al tempo stesso, causa della vita e della

morte. Così egli ci ha lasciato scritto (Richter, 1219): « Perchè la natura non ordinò che l'uno animale non vivesse dalla morte dell'altro? la natura, essendo vaga e pigliando piacere del creare e fare continue vite e forme, perchè cognosce che sono accrescimento della sua terrestre materia, è volonterosa e più presta col suo creare che il tempo col consumare; e però à ordinato che molti animali sieno cibo l'uno dell'altro; e non soddisfacendo questo simile desiderio, e' spesso manda fuori cierti avvelenati e pestilenti vapori sopra le gran congregazioni d'animali, e massime sopra gli omini, che fanno grande accrescimento, perchè altri animali non si cibano di loro, e tolte via le cagioni mancheranno li effetti. Adunque questa terra cerca di mancare di sua vita, desiderando la continua moltiplicazione. Per la tua assegnata e demonstrata ragione spesso li effetti somigliano le loro cagioni: gli animali sono esemplo della vita mondiale ». Dunque, secondo questo concetto di Leonardo, è la volontà di vivere degli uomini, degli animali, della terra, del mondo, che produce i fenomeni della vita e della morte, nelle singole manifestazioni e nell'insieme dell'universo. Tale concetto è anche più precisato in quest'altro suo pensiero (Richter, 1162): « Or vedi la speranza e 'l desiderio del ripatriarsi e ritornare nel primo caso fa a similitudine della farfalla al lume, e l'uomo che con continui desideri sempre con festa aspetta la nuova primavera, sempre la nuova state, sempre e nuovi mesi, e nuovi anni, parendogli che le desiderate cose, venendo, sieno troppo tarde, e' non s'avede che desidera la sua disfazione. Ma questo desiderio è la quintessenza, spirito degli elementi, che trovandosi rinchiusa per l'anima dello umano corpo, desidera sempre ritornare al suo mandatario. E vo' che sappi, che questo medesimo desiderio è quella quintessenza, compagnia della natura, e l'uomo è modello del mondo ». Ora questo *desiderio,* quintessenza della natura, non è

che il *Wille* di Schopenhauer e la *tanhâ* di Buddho e ci porta assai lunge, conforme ai principii della geologia, da ogni concezione teistica sull'origine della terra e del mondo. Così Leonardo dalla contemplazione della natura assorgeva allo stesso ordine di pensieri ateistici, al quale perveniva Guido Cavalcanti quando, come ci racconta Boccaccio, se n'andava astratto speculando tra le sepolture.

Quest'ordine di pensieri, ben definito da Boccaccio come attinente alla filosofia naturale conforme all'opinione degli epicurei, ci porta immediatamente innanzi al primo e più grande seguace di tale modo di pensare in Italia, ossia a Lucrezio. Il poeta romano, che non aderiva ad alcuna religione, nei noti versi 62-79 del primo libro del suo poema, mentre mostrava l'oscurantismo di ogni religione, elevava un monumento *aere perennius*, all'uomo mortale, Epicuro, che primo ardì fissare gli occhi ed opporsi contro ogni soggezione divina. Ora Epicuro e la sua dottrina si accostano, più di qualunque altra filosofia occidentale, agli ordini di pensieri svoltisi sul Gange e più specialmente alla dottrina buddhista. Ciò era stato riconosciuto già circa un secolo fa da W. H. Mill e da Eugène Burnouf, che avevano chiamato Gotamo Buddho l'Epicuro della filosofia orientale, applicandogli il verso *felix qui potuit rerum cognoscere causas*, dedicato da Virgilio a Lucrezio (v. il mio libro *India e Buddhismo antico*, 3.ª ed., Bari, Laterza, 1917, p. 404). Non è maraviglia quindi, che in Lucrezio si trovino espressi pensieri di pretto stampo indiano. Maraviglia è però ritrovare simili pensieri germogliati spontaneamente, o assorbiti per misteriosa affinità elettiva, nel cervello di Leonardo da Vinci. Mi valga un esempio. La vita umana ed animale, considerata come un fenomeno di combustione, in cui l'alimento sia il nutrimento della fiamma vitale, risponde ad una comune opinione di antiche dottrine indiane, specialmente buddhiste.

Un'analoga opinione è espressa anche da Lucrezio in molti punti del suo poema, p. es. nei versi 875-883 del secondo canto :

> Vertunt se fluvii frondes et pabula laeta
> in pecudes, vertunt pecudes in corpora nostra
> naturam, et nostro de corpore saepe ferarum
> augescunt vires et corpora pennipotentum.
> Ergo omnes natura cibos in corpora viva
> vertit et hinc sensus animantum procreat omnes,
> non alia longe ratione atque arida ligna
> explicat in flammas et ignis omnia versat.

Ed ecco che Leonardo esprime identicamente il medesimo pensiero (Richter, 847, e manoscritti H dell'Istituto, 89 *v*): « l'omo e li animali sono proprio transito e condotto di cibo, sepoltura di animali, albergo de' morti, guaina di corruzione, facendo a sè vita dell'altrui morte... Il corpo di qualunque cosa, la qual si nutrica, al continuo more e al continuo rinasce, perchè entrare non po' nutrimento, se non in quelli lochi, dove il passato nutrimento è spirato; e s'elli è spirato, elli più non ha vita; e se tu non li rendi nutrimento eguale al nutrimento partito, allora la vita manca di sua valetudine; e se tu li levi esso nutrimento, la vita in tutto resta distrutta. Ma se tu rendi tanto quanto se ne distrugge alla giornata, allora tanto rinasce di vita, quanto se ne consuma, a similitudine del lume della candela col nutrimento datoli dall'omore di essa candela; il quale lume ancora lui al continuo con velocissimo soccorso restaura di sotto, quanto di sopra se ne consuma morendo; e di splendida luce si converte, morendo, in tenebroso fumo; la qual morte è continua, siccome è continuo esso fumo, e la continuità di tal fumo è eguale al continuato nutrimento; e in istante tutto il lume è morto, e tutto rigenerato, insieme col moto del nutrimento suo ». Leggendo queste considerazioni si

resta certo stupefatti sulla identità di simili pensieri svoltisi in tempi, in luoghi ed in uomini diversissimi: nell'India, in Lucrezio, in Leonardo da Vinci. Ma si può anche obiettare, che simiglianze analoghe, casuali o derivate, si riscontrano anche con altre filosofie.

Vi è però un altro ordine di pensieri e di sentimenti, più specificatamente indiani, che si riscontra solo in Lucrezio ed in Leonardo ed in pochissimi altri grandi occidentali, per la maggior parte italiani. Quest'è l'amore e la simpatia per tutti gli animali, anzi per tutti gli esseri viventi. Di tale amore, rarissimo nel mondo antico, dà prova Lucrezio in molti punti del suo poema, e specialmente nei versi 352-366 del secondo canto, in cui con tanta pietà descrive il vitello ucciso sull'ara, versante dal petto un caldo fiume di sangue, mentre la madre orbata empie di lamenti il bosco e cerca invano da per tutto il figlio perduto. Del medesimo amore per gli animali era pervaso Leonardo, come ce ne fa fede Vasari, quando ci narra come Leonardo « spesso passando dai luoghi dove si vendevano uccelli, di una mano cavavagli di gabbia e pagatogli a chi li vendeva il prezzo che n'era chiesto, li lasciava in aria a volo, restituendoli la perduta libertà! ». Ma Leonardo stesso ci ha lasciato testimonianza del suo orrore per la voracità zoofaga, ed anche antropofaga, degli uomini, che egli invece esortava a nutrirsi di vegetali (v. Solmi, *Frammenti,* p. 219): « Come tu hai descritto il re delli animali — ma io meglio direi dicendo re delle bestie, essendo tu la maggiore — perchè non li hai uccisi, acciò che possino poi darti li lor figlioli in benefizio della tua gola, colla quale hai tentato farti sepoltura di tutti li animali?... Ma tu, oltre alli figlioli, ti mangi il padre, madre, fratello e amici e non ti basta questi, che tu vai a caccia per le altrui isole, pigliando li altri omini e questi, messo nudi li testiculi, fai ingrassare e te li cacci giù per la gola. Or non produce

la natura tanti semplici, che tu ti possa saziare? e, se non ti contenti de' semplici (vegetali), non puoi tu con le mistion di quelli fare infiniti composti? ». E, non contento di indicare la identità tra uomini ed animali e di deprecare la malvagità degli uomini, Leonardo annotava dalla *Storia naturale* di Plinio ed esaltava per contrasto la bontà degli elefanti: « Il grande elefante ha, per natura, quel che raro negli omini si trova, cioè probità, prudenza, equità e osservanza in religione... È di tanto clemente, che mal volentieri, per natura, non noce ai men possenti di sè... ». Ora, tali pensieri e sentimenti di Leonardo sono sì chiaramente e specificamente indiani, che non è facile riscontrarne di simili nel resto del mondo occidentale.

Qualche figura, sì, vi è nel mondo occidentale e specialmente nel mondo italiano, che ricordi tale modo di sentire e di pensare, che io chiamo indiano. Anzitutto v'è san Francesco d'Assisi. L'analogia, astrazion fatta dalla pratica ascetica, è sì evidente, che non è sfuggita al biografo di Leonardo, Gabriel Séailles, il quale nettamente l'esprime nella sua opera: « Sa grâce et son génie renouvellent le miracle de la bonté infinie de François d'Assise, les animaux subissent le charme qui vient de lui. Il les aime et ils lui obéissent ». Ma San Francesco ci porta direttamente di nuovo verso l'India. Paul Sabatier, notando l'anomalia del francescanesimo nel cristianesimo, ha dovuto scrivere, che San Francesco è « une apparition unique dans les annales de l'église chrétienne ». Ma già Dante stesso, come ho rilevato nel mio libro *La Terra e l'Uomo* (Bologna, Zanichelli, 1920, 478), aveva segnato l'anomalia, nel mondo occidentale, del perfetto ascetismo di San Francesco, dicendo (*Par.*, XI) che solo San Francesco, unico dopo Cristo, aveva operato la completa rinunzia. E con pensiero e con parole più moderne il medesimo concetto ci è ripetuto da Schopenhauer in *Die Welt als Wille und Vorstellung* (vol. II, p. 703), allor

che dice, che il passaggio di San Francesco dal benessere alla vita di mendicante è interamente simile al passo ancora più grande del Buddho Sakya Muni da principe a mendicante, e corrispondentemente la vita, come l'ordine di San Francesco, è appunto una specie di saniassismo. Anzi dev'essere notato, prosegue Schopenhauer, che la sua intima parentela con lo spirito indiano appare anche dal suo grande amore per gli animali ed il suo frequente commercio con essi, che egli continuamente chiama sue sorelle e fratelli; come pure il suo bel *Cantico,* con la laude del sole, della luna, delle stelle, del vento, dell'acqua, del fuoco, della terra e della morte, rivela il suo innato spirito indiano. Non per caso, del resto, nè per usare semplicemente un paragone geografico, Dante, come ho dimostrato nel libro su citato, fa nascere l'ascetismo di San Francesco come il sole dal Gange.

San Francesco dunque ci riporta all'India. E similemente, se anche in tono minore, fa Leonardo da Vinci. Questa mia impressione della misteriosa parentela spirituale tra Leonardo e l'India, io non l'avrei mai palesata, potendo apparire come una mia speciale fissazione per l'India e pel buddhismo, se essa non fosse suffragata da una testimonianza antica, inconsapevole ed ingenua, la quale autentica con suggello di certezza quella che potrebbe passare come cervellotica applicazione di erudito spirito moderno.

Ecco di che si tratta. Quando Leonardo da Vinci era ancor vivo, viaggiava per l'India un fiorentino, Andrea Corsali, che ne ritornò nell'ottobre del 1516. Il Corsali riferì del suo viaggio in due lettere, una diretta a Giuliano e l'altra a Lorenzo dei Medici, riprodotte poi dal Ramusio e tradotte in francese da Gabriel Symeon. Il Richter nella sua opera su *The literary Works of Leonardo da Vinci,* London, 1883, a pag. 130 del II volume riporta il passo seguente dalla lettera, del 1516,

di Andrea Corsali a Giuliano dei Medici: « Alcuni gentili chiamati Guzzarati non si cibano di cosa alcuna che tenga sangue, nè fra essi loro consentono che si noccia ad alcuna cosa animata, come il nostro Leonardo da Vinci ». Questo modo di sentire e di pensare degli indiani era stato già descritto, due secoli prima del Corsali, e con maggiore precisione, da Marco Polo; ma lo straordinario della lettera del Corsali è che questi, osservando l'amore degli indiani per tutti gli esseri viventi, corre immediatamente col pensiero al « nostro Leonardo da Vinci »: il che credo non lasci alcun dubbio su ciò, che volevo dimostrare, cioè l'intima parentela spirituale tra Leonardo e l'India.

La dimostrazione di tale intima parentela spirituale, per cui è stata necessaria questa digressione nel campo etico, è necessaria per collegare l'ateismo di Leonardo, e quindi le sue concezioni geologiche, con un altro carattere, anche di natura indiana o buddhista, ossia col suo pessimismo; in cui Leonardo si trova direttamente a fianco del suo grande contemporaneo e rivale, Michelangelo.

Le due grandi figure di Leonardo e di Michelangelo si elevano sulla soglia del cinquecento in Italia quasi come due cariatidi colossali a sostenere tutto l'edificio del mondo moderno. Questi due demiurghi, che hanno creato un mondo d'immagini e di pensieri assai più duraturo di ogni cosa bella e mortale, sono in fondo due tristi solitari, dispregiatori e rinnegatori di ogni forma reale della vita e del mondo. Michelangelo, l'uomo più triste di nostra gente, come felicemente lo ha chiamato d'Annunzio, mostra nelle sette rughe della sua fronte, nelle guance scarne, nello sguardo triste tutto il suo dolore, che è il dolore stesso del mondo. Leonardo, quale ci appare nel suo autoritratto a sanguina della Biblioteca Reale di Torino, rivela nelle occhiaie pensose e nel ghigno amaro della bocca, tanto simile a quello dell'ultimo ritratto di Schopenhauer, nella sua « tête

puissante, aux yeux pénétrants, aux paupières plissées, à la bouche railleuse, presque amère..., image vivante du scepticisme vieilli », come dice Eugène Müntz, tutto lo schifo ed il disprezzo della vita e del mondo. Eppure questi due terribili rinnegatori della vita reale sono tra i più formidabili creatori di vita ideale, prodotti dal mondo. Essi provano nel campo dell'arte e del pensiero quel che in più larga misura era stato provato da Buddho e da Cristo nel campo morale dell'azione: i più grandi pessimisti tra gli uomini sono stati i più grandi sollevatori della umanità.

Il pessimismo di Michelangelo ci era noto per le testimonianze dei suoi contemporanei, come, p. es., per la lettera, nella quale egli scriveva a Giorgio Vasari « non nasce in me pensiero che non vi sia dentro sculpita la morte », o per il suo dialogo col Giannotti, in cui diceva: « Questo pensiero della morte è solo quello che ci fa riconoscere noi medesimi, che ci mantiene in noi uniti, senza lasciarci rubare ai parenti, agli amici, ai gran maestri, all'ambizione, all'avarizia, e agli altri vizi e peccati, che l'uomo all'uomo rubano, e lo tengono disperso e dissipato, senza mai lasciarlo ritrovarsi e riunirsi. Ed è maraviglioso l'effetto di questo pensiero della morte; il quale, distruggendo ella per natura sua tutte le cose, conserva e mantiene coloro che a lei pensano, e da tutte le umane passioni li difende ». In quest'ultimo pensiero, sia detto per incidente, Michelangelo stesso spiega come i concetti rinnegatori e distruttivi del pessimismo possano avere un'azione conservatrice e creatrice. Ma il pensiero profondamente pessimista di Michelangelo ci è reso anche più noto ed evidente dalle sue poesie, pubblicate prima dal Guasti e poi dal Frey, e poi dalle sue lettere, pubblicate dal Milanesi. Le poesie di Michelangelo, oltre quelle che rivelano uno spasimante amore sessuale, anche nella sua più tarda età, come il madrigale pieno di fuoco:

Costei pur si delibera,
Indomita e selvaggia,
Ch'io arda, mora e caggia
A quel ch'a peso non sia pure un'oncia,
E il sangue a libra a libra
Mi svena, e sfibra, e il corpo a l'alma sconcia.
La si gode e racconcia nel suo fidato specchio,
Ove sè vede eguale al paradiso;
Poi, volta a me, mi concia
Sì, ch'oltre all'esser vecchio,
In quel col mio fo più bello il suo viso,
Ond'io vie più deriso
Son d'esser brutto; e pur m'è gran ventura,
S'io vinco, a farla bella, la natura.

Oltre di queste ardenti amorose, dico, le poesie di Michelangelo non sono che un lamento sulla miseria, la vanità ed il dolore della vita ed un'aspirazione verso la pace della morte. Anche il simulacro della morte, il sonno, ha perciò tutte le sue simpatie, che egli espresse con lo scalpello nella statua della *Notte* e coi versi nel maraviglioso sonetto:

O notte, o dolce tempo, benchè nero,
Con pace ogn'opra sempre alfine assalta,
Ben vede e ben intende chi t'esalta,
E chi t'onora ha l'intelletto intero.

Tu mozzi e tronchi ogni stanco pensiero,
che l'umid'ombra ogni quiete appalta,
E dall'infima parte alla più alta
In sogni spesso porti ov'ire spero.

O ombra del morir, per cui si ferma
Ogni miseria a l'alma al cor nemica,
Ultimo delli afflitti e buon rimedio.

Tu rendi sana nostra carne inferma,
Rasciughi i pianti e posi ogni fatica,
E furi a chi ben vive ogni ira e tedio.

E la morte vera, poi che egli le fu presso, gli inspirò, nel 1555, il celebre sonetto, nel quale egli rinnegava anche la vanità della sua arte portentosa, per affidarsi all'unico sentimento della dissoluzione ascetica:

Giunto è già il corso della vita mia
Con tempestoso mar, per fragil barca,
Al comun porto, ov'a render si varca
Conto e ragion d'ogni opra trista e pia.

Onde l'affettuosa fantasia,
Che l'arte mi fece idolo e monarca,
Conosco or ben, com'era d'error carca,
E quel che a mal suo grado ogni uom desia.

Gli amorosi pensier, già vani e lieti,
Che fien or, s'a due morti m'avvicino?
D'una so 'l certo, e l'altra mi minaccia.

Nè pinger nè scolpir fie più che quieti
L'anima volta a quell'amor divino,
Ch'aperse a prender noi 'n croce le braccia.

Quest'aspirazione ascetica, derivata da una profonda concezione pessimista della vita, non solo zampilla dalle estrinsecazioni liriche di Michelangelo, ma si rivela prosaicamente, e tanto più fosforescente, nelle sue lettere. Valga per tutte quella che egli scrisse nell'aprile del 1554 da Roma a Giorgio Vasari, che gli aveva annunziato con gaudio grande la nascita di un suo nipotino: « Messer Giorgio, amico caro. Io ò avuto grandissimo piacere della vostra, visto che pur ancora vi ricordate del povero vecchio, e più per essersi trovato al trionfo, che mi scrivete, d'aver visto rinnovare un altro Buonarroto: del quale avviso vi ringrazio quanto so e posso: ma ben mi dispiace tal pompa, perchè l'uomo non dee ridere, quando il mondo tutto piange: però mi pare che Lionardo non abbi molto giudicio, e massime per fare tanta festa d'uno che nasce, con quell'allegrezza, che s'à a serbare alla morte di chi è ben vissuto ». Di qui risulta chiara la concezione pessimista di Michelangelo: la vita è dolore (il mondo tutto piange); con una santa vita si può trovare nella morte la letizia della pace.

Il pessimismo di Michelangelo investe dunque, come il pessimismo buddhista o cristiano, le radici stesse della vita, che

esso rinnega, per cercare la salvezza nella santità. Il pessimismo di Leonardo da Vinci è un poco diverso: non è così vasto, nè così profondo; non è tanto cosmico quanto è umano; ed è quindi forse più amaro e sconsolato, perchè cerca conforto non tanto nella santità o nell'ascetismo, quanto in un'altra vanità, se anche di ordine superiore, la scienza. « Acquista cosa nella tua gioventù », egli ci ha lasciato scritto nel *Codice Atlantico*, 112 *r.* « che ristori il danno della tua vecchiezza. E se tu intendi la vecchiezza aver per suo cibo la sapienza, adoprati in tal modo in gioventù, che a tal vecchiezza non manchi il nutrimento ». Ma, quanto più sapienza, tanto più dolore: ci ha predicato l'*Ecclesiaste*: ed infatti l'acuta sapienza di Leonardo non fa che accrescere in lui lo schifo del mondo e della vita, specialmente della vita umana. Per intendere questo che io dico, si metta a confronto la lettera di Michelangelo, innanzi riportata, con un'analoga conservata nel *Codice Atlantico*, nella quale Leonardo ad un suo fratello, che gli aveva annunziato la nascita di un suo figlio, risponde nei termini seguenti: « Amatissimo mio fratello. Solo questa, per avvisarti come ne' dì passati io ricevetti una tua, per la quale io intesi tu avere avuto erede, della quale cosa intendo come hai fatto estrema allegrezza: il che, stimando io tu essere prudente, al tutto son chiaro come io sono tanto alieno da l'aver bono giudizio, quanto tu dalla prudenza; con ciò sia che tu ti sei rallegrato d'averti creato un sollecito nemico, il quale con tutti li suoi sudori disidererà libertà, la quale non sarà senza tua morte ». Sono chiare le differenze tra i due pessimismi. Nella nascita di un figlio, che empie d'allegrezza i genitori, Michelangelo non vede che il sorgere di un nuovo infelice, il quale solo nella morte, se avrà ben vissuto, potrà trovare la felicità; mentre Leonardo scorge l'apparizione di un nemico, il quale desidererà la soddisfazione del suo egoismo passando anche sul cadavere del pa-

dre. Quest'amaro pessimismo di Leonardo non si ferma alla nascita dei figli, ma si stende su tutte le larve e le illusioni più care, di cui si appagano gli uomini, spogliandole e mettendone crudamente a nudo la schifosa bestialità. Lo spettacolo delle vergini spose, che ha fatto versare agli uomini tante lagrime di tenerezza e tante rose di epitalamii, ecco come appare a Leonardo (vedi p. 351 dei *Frammenti* pubblicati dal Solmi) in tutto il suo brutale mercimonio: « Vedrassi i padri donare le lor figliole alla lussuria delli omini, e premiare, e abbandonare ogni passata guardia, quando si maritano le putte... E dove prima la gioventù femminina non si potea difendere dalla lussuria e rapina de' maschi, nè per guardie di parenti, nè fortezze di mura, verrà tempo che bisognerà, che padre e parenti d'esse fanciulle paghino di gran prezzo chi voglia dormire con loro, ancorchè sien ricche, nobili e bellissime. Certo e' par che qui la natura voglia spegnere la umana specie, come cosa inutile al mondo e guastatrice di tutte le cose create ». Con quest'ultimo periodo Leonardo rientra nel suo tema favorito del disprezzo per l'uomo, che egli chiama re delle bestie e pel quale ci ha lasciato nel foglio 370, verso *a*, del *Codice Atlantico*, la seguente analisi *Della crudeltà dell'omo*: « Vedrassi animali sopra della terra, i quali sempre combatteranno infra loro, e con danni grandissimi, e spesso morte di ciascuna delle parte. Questi non aran termine nelle lor malignità; per le fiere membra di questi verranno a terra gran parte delli alberi delle gran selve dell'universo; e poi che saran pasciuti, il nutrimento de' lor desideri sarà di dar morte e affanno e fatiche e paure e fuga a qualunque cosa animata. Questi e per la loro smisurata superbia si vorranno levare inverso il cielo; ma la superchia gravezza delle lor membra gli terrà in basso. Nulla cosa resterà sopra la terra, o sotto la terra e l'acqua, che non sia perseguitata, remossa o guasta; e quella dell'un paese remossa nell'al-

tro. E il corpo di questi si farà sepultura e transito di tutti i già da lor morti corpi animati. O mondo, come non t'apri, a precipitare nell'alte fessure dei tuoi gran baratri e spelonche, e non mostrare più al cielo sì crudele e dispietato mostro? ». Invero, non si potrebbe tratteggiare un quadro più tetro di questo, disegnato da Leonardo, *nigro lapillo*, del mostro-uomo.

Appunto perchè aveva sì tristo concetto dell'uomo, Leonardo cercava nella solitudine e nella sapienza la salvezza. « Salvatico è chi si salva », egli scriveva; ed aggiungeva: « E se tu sarai solo tu sarai tutto tuo ». Vivendo in tale solitudine egli riconosceva, che anche oltre la scienza e la sapienza v'è una norma di vita, chiamata virtù, la quale sola può dar premio al suo possessore, perchè (v. Solmi, *Frammenti*, p. 203): « Non si dimanda ricchezza quella che si può perdere. La virtù è vero nostro bene, ed è vero premio del suo possessore: lei non si può perdere, lei non ci abbandona, se prima la vita non ci lascia ». Così, partendo da un pessimismo minore, e più amaro, di quello di Michelangelo, e camminando per una via scientifica anzi che mistica, Leonardo finisce col giungere allo stesso risultato di Michelangelo: che cioè la vera sapienza e la vera beatitudine non si possono trovare se non in una vita virtuosa, solitaria e contemplativa, distaccata dalla vita e dal mondo.

E solo con questa vita solitaria e contemplativa si può acquistare una chiara visione del mondo, non ottenebrata dalla sete e dal dolore della vita: ossia si può veramente divenire occhio del mondo. Tale concetto Leonardo l'ha esposto, nel foglio 172 *v.* del *Codice Atlantico*, nella sua bellissima favola della pietra: « Una pietra novamente per l'acqua scoperta, di bella grandezza, si stava sopra un certo loco rilevato, dove terminava un dilettevole boschetto, sopra una sassosa strada, in compagnia d'erbe, di vari fiori di diversi colori ornati; e vedea la gran somma delle pietre, che nella a sè sottoposta

strada collocate erano. Le venne desiderio di là giù lasciarsi cadere, dicendo con seco: — Che fo io con queste erbe? io voglio con queste mie sorelle in compagnia abitare. — E, giù lasciatasi cadere, infra le desiderate compagne finì suo volubile corso. E stata alquanto, cominciò a essere dalle rote de' carri, dai piè de' ferrati cavalli e de' viandanti a essere in continuo travaglio; chi la volta, quale la pestava, alcuna volta si levava alcuno pezzo, quando stava coperta da fango o sterco di qualche animale, e invano riguardava il loco donde partita s'era, in nel loco della soletaria e tranquilla pace. Così accade a quelli, che dalla vita soletaria contemplativa vogliono venir abitare nella città, infra i popoli pieni d'infiniti mali ». Nella quale favola è notevole il fatto, che Leonardo si sia servito proprio delle pietre, ossia degli elementi fondamentali della geologia, per svolgere parabolicamente il suo concetto sulla beatitudine della vita solitaria e contemplativa.

Da questa parabola delle pietre non bisogna però dedurre, che Leonardo fosse puramente e solo una specie di asceta contemplatore; per quanto la sua vita di uomo e di artista lo avvicinasse per tangente alla chiusa e polita sfera del sapiente, *in se ipso totus, teres atque rotundus*. Leonardo era soprattutto un grande scienziato e come tale era portato a vedere nel mondo, come ho detto innanzi, più il principio del divenire, o di causalità, *principium rationis sufficientis fiendi*, che la specie dell'eterno. Da ciò egli era senza posa spinto verso ogni specie di investigazione scientifica e di applicazioni pratiche delle scienze stesse, che lo traevano dal suo stato precario di contemplazione e lo facevano divenire uomo tra gli uomini, pietra infra le pietre.

Per intendere questo che io dico, mi richiamo ad un altro grande pensatore, del quale ci dovremo di nuovo occupare, quando ci tratterremo sullo stato della geologia un secolo dopo

Leonardo da Vinci. Un secolo dopo di questo sorse dalla terra italica, *magna parens virum*, un altro grandissimo uomo, Giordano Bruno. Come Leonardo aveva innestato la scienza sull'arte, così Giordano Bruno imbevve di scienza la filosofia e fu agitato dallo stesso sentimento panteistico-ateistico della natura, che l'accomuna con Leonardo al modo di sentire e di pensare indiano. Già Schopenhauer aveva notato, che Giordano Bruno è come un'anima di brâhmano, incarnata, per sua espiazione, in un corpo europeo, e che la sua vera patria spirituale erano le rive del santo Gange. Ma per quanto Bruno esprimesse, come vedremo, mirabili pensieri sul divenire della terra e degli altri astri, egli era uno spirito più contemplativo e filosofico di Leonardo, e può quindi servire per darci una misura di sè e dell'altro. Infatti Bruno nel proemio al suo poema *De monade numero et figura*, composto verso il 1600, quasi avesse avuto sentore delle numerose applicazioni scientifiche di Leonardo da Vinci e dei suoi studi ed esperimenti di volo, canta dei voli più eccelsi fatti sulle ali del suo pensiero, ottenendo una più vasta visione del mondo, contemplata sub specie aeterni :

> Daedalias vacuis plumas nectere humeris
> Concupiant alii, aut vi suspendi nubium;
> Alis ventorumve appetant remigium,
> Aut orbitae flammantis raptari alveo,
> Bellerophontisve alitem;
>
> Nos vero illo donati sumus genio,
> Ut fatum intrepidi, obiectasque umbras cernimus,
> . . . . . . . . . . . . . . . . . .
> Alis ascendimus sursum melioribus,
> Quid nubes ultra, ventorum ultra est semitas,
> Vidimus quantum satis est.

Giordano Bruno dunque proclama qui superbamente, che, anche senz'ali e senza velivoli, egli ha visto quanto gli basta : *vidimus quantum satis est*. Egli è in ciò simile a Gotamo Buddho, il

grande savio indiano, che nel discorso XLIX del *Majjhimainkâyo* proclama appunto: « La terra io ho riconosciuto quale terra, come inappagante è la terrenità della terra: ciò io ho riconosciuto, e ho rinunziato alla terra, abdicato alla terra, mi sono staccato dalla terra, ho rinnegato la terra, disprezzato la terra. L'acqua, il fuoco, l'aria, la natura, gli dei, la creazione, l'universo, il tutto io ho riconosciuto quale tutto, come inappagante è la totalità del tutto: ciò io ho riconosciuto, e ho rinunciato al tutto, abdicato al tutto, mi sono staccato dal tutto, ho rinnegato il tutto, disprezzato il tutto ». Questa, espressa da Buddho in tono maggiore, è proprio la maniera di pensare di Giordano Bruno.

Ma la maniera di Leonardo è diversa: meno filosofica, più scientifica. Leonardo non ha visto mai abbastanza; Leonardo non si sazia mai di vedere. Per lui « l'occhio è finestra dell' anima » (*Codice Atlantico*, 116 *r*) e « signore dei sensi » (*Trattato della pittura*); ed inoltre, come egli dice nello stesso trattato, « le vere scienze son quelle, che la sperienza ha fatto penetrare per li sensi ». Perciò, pur proclamando, che « la solitudine è la madre della libertà » e che « la solitudine è la nutrice dell' ingegno », Leonardo si serve di tale solitudine non tanto a fine di pura contemplazione ascetica od artistica, quanto a scopo di investigazione scientifica, conforme alla nota descrizione del foglio 155 *r* del British Museum (Richter, 1339), che egli fa di sè stesso, quale bramoso osservatore ed indagatore dei misteriosi fenomeni naturali: « Non fa sì gran mugghio il tempestoso mare, quando il settentrionale aquilone lo ripercuote, colle schiumose onde, fra Scilla e Cariddi; nè Stromboli o Mongibello, quando le sulfuree fiamme, per forza rompendo e aprendo il gran monte, fulminano per l'aria pietre, terra, insieme coll'uscita e vomitata fiamma; nè quando le infocate caverne di Mongibello, rivomitando il male tenuto

elemento, spingendolo alla sua regione, con furia cacciano innanzi qualunque ostacolo s'interpone alla sua impetuosa furia... E tirato dalla mia bramosa voglia, vago di vedere la gran commistione delle varie e strane forme fatte della artifiziosa natura, raggiratomi alquanto in fra gli ombrosi scogli, pervenni all'entrata d'una gran caverna, dinanzi alla quale, — restando alquanto stupefatto e ignorante di tal cosa, — piegato le mie rene in arco, e ferma la stanca mano sopra il ginocchio, colla destra mi feci tenebra alle abbassate e chiuse ciglia. E spesso piegandomi in qua e in là, per vedere dentro vi discernessi alcuna cosa, questo vietatomi per la grande oscurità, che là entro era, e stato alquanto, subito si destarono in me due cose: paura e desiderio; paura per la minacciosa e scura spelonca, desiderio per vedere se là entro fussi alcuna miracolosa cosa ».

Questa bramosa voglia e vaghezza e desiderio di vedere fanno appunto di Leonardo un precursore di molte moderne scienze, e specialmente della geologia. Perchè egli, ignaro in gran parte delle cognizioni scientifiche del mondo antico, greco e latino, in parte su esse scettico ed in parte anche ad esse deliberatamente ostile, volle tutto osservare e saggiare con i propri sensi e la propria esperienza, in modo da pervenire da sè, senza autorità di maestri e di tradizioni, alla cognizione del vero. Egli esprime ciò assai chiaramente nel foglio 117 *r* del *Codice Atlantico*: « Se bene, come loro, non sapessi allegare gli autori, molto maggiore e più degna cosa è, allegando la sperienza, maestra ai loro maestri. Costoro vanno sgonfiati e pomposi, vestiti e ornati non delle loro, ma delle altrui fatiche, e le mie a me medesimo non concedono; e se me inventore disprezzeranno, quanto maggiormente loro, non inventori, ma trombetti e recitatori delle altrui opere, potranno essere biasimati ». Ed il medesimo concetto è da lui anche più espli-

citamente dichiarato nel foglio 110 *r*. dello stesso codice: « Molti mi crederanno ragionevolmente potere riprendere, allegando le mie prove esser contro all'autorità d'alquanti omini di gran reverenza, presso de' loro inesperti judizî; non considerando le mie cose essere nate sotto la semplice e mera sperienza, la quale è maestra vera. So bene, che per non essere io letterato, che alcuno prosuntuoso gli parrà ragionevolmente potermi biasimare, coll'allegare essere io omo sanza lettere. Gente stolta! Non sanno questi tali ch'io potrei, sì come Mario rispose contro a' patrizi romani, io sì rispondere, dicendo: — quelli che dall'altrui fatiche sè medesimi fanno ornati, le mie a me medesimo non vogliono concedere? — Diranno, che per non avere io lettere, non potere ben dire quello, di che voglio trattare. Or non sanno questi che le mie cose son più da esser tratte dalla sperienza, che d'altrui parola, la quale fu maestra di chi ben scrisse, e così per maestra la piglio, e quella in tutti i casi allegherò ». Aggiungeva poi nel foglio 76 *r* dello stesso *Codice Atlantico*: « Chi disputa allegando l'autorità, non adopera lo 'ngegno, ma più tosto la memoria ». E con ciò Leonardo si opponeva recisamente ad ogni intervento di autorità e di tradizione nelle scienze, per le quali si affidava solamente alla maestra vera, l'esperienza.

Pure, non bisogna intendere ciò in modo assoluto. Leonardo sapeva bene, che altri prima di lui avevano avuto per maestra l'esperienza ed avevano da questa tratto osservazioni e risultati da tenersi in debito conto. Infatti le ricerche moderne ci indicano quanto Leonardo abbia attinto dagli studi dei suoi predecessori e contemporanei; e Leonardo stesso ci rivela la sua consapevolezza di ciò nelle sue amare riflessioni del foglio 117 *r* del *Codice Atlantico*: « Vedendo io non potere pigliare materia di grande utilità o diletto, perchè li omini innanti a me nati ànno preso per loro tutti li utili e necessari temi, farò

come colui il quale per povertà giugne l'ultimo alla fiera; e non potendo d'altro fornirsi, piglia tutte cose già da altri viste e non accettate, ma rifiutate per la loro poca valetudine. Io questa disprezzata e rifiutata mercanzia, rimanente de' molti compratori, metterò sopra la mia debole soma, e con quella non per le grosse città, ma povere ville andrò distribuendo, pigliando tal premio qual merita la cosa da me data. So che molti diranno questa essere opra inutile; e questi fieno quelli, de' quali Demetrio disse, non faceva conto più del vento, il quale nella lor bocca causava le parole, che del vento, ch'usciva dalla parte di sotto; uomini, quali hanno solamente desiderio di corporal ricchezze, diletto, e interamente privati di quello della sapienza, cibo e veramente sicura ricchezza dell'anima: perchè quant'è più degna l'anima che 'l corpo, tanto più degne fien le ricchezze dell'anima, che del corpo ».

Tra queste ricchezze dell'anima Leonardo accoglieva anche la conoscenza dei mutamenti della terra: la scienza che noi oggi chiamiamo geologia. Mentre però per le altre scienze egli trovava, come ho detto, precursori e contemporanei, alle opere ed agli studi dei quali egli spesso e largamente attinse; nella geologia invece, per l'ignoranza delle antiche cognizioni greco-latine e per l'imperante dogmatismo religioso della tradizione biblica, egli si trovò solo e tutto suo di fronte ai problemi offertigli dalla crosta della terra, con le sue rocce ed i suoi fossili e le sue continue vicissitudini e mutazioni, dovute all'azione dell'aria, dell'acqua e del fuoco. Nella geologia quindi più che in qualunque altra scienza si può seguire ed ammirare la sagacia dell'osservazione, la rigorosità dell'induzione e la profondità del genio di Leonardo.

Per avere piena e sicura conscienza di ciò, bisogna prima esaminare rapidamente che cosa il mondo antico sapesse od avesse intuito di geologia prima di Leonardo, e mostrare come

poco o niente di tale sapienza fosse pervenuto fino ai tempi di lui. Quindi è necessario esporre tutta l'opera geologica di Leonardo: limitata alla geologia propriamente detta, ossia alla storia dei mutamenti della terra; lasciando qui da parte le sue osservazioni di geografia, fisica, idrografia, meteorologia, cartografia, etc. Infine occorre accennare il posteriore e ritardato cammino fatto dalla scienza geologica, indipendentemente dai solitari, originali e precursori studi di Leonardo. Solo così si potrà avere una visione il più che possibile completa sulla parte, veramente grande e singolare, rappresentata da Leonardo da Vinci nella storia della geologia.

PRIMA PARTE

# LA GEOLOGIA PRIMA DI LEONARDO

Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus
esse fretum; vidi factas ex aequore terras;
et procul a pelago conchae iacuere marinae.

OVIDIO - *Metamorphoseon*, XV, 262-264.

Leonardo da Vinci aprì i suoi occhi, occhi del mondo, ad osservare ed indagare le vicende ed i mutamenti della superficie terrestre, nei colli e nelle valli toscane e nelle prealpi lombarde, molti millenni dopo che gli uomini avevano già, sulla superficie stessa della terra, acquistato conscienza di sè e del mondo circostante. Questa prima conscienza, rappresentata così superbamente da Michelangelo nella sua creazione dell'uomo, il quale apre i grandi occhi veggenti, mentre ancora districa faticosamente le membra torpide ed inconsapevoli dalla crosta della terra, si allargò gradatamente nella conoscenza, che i primi uomini acquistarono, dell'ambiente, in cui essi erano venuti a vivere la loro aspra vita. Tale conoscenza si fermò dapprima più sulla stabilità delle forme circostanti che sulla mutevolezza dei fenomeni e sulla caducità delle materie, di cui le forme stesse sono costituite. Avveniva in ciò pei primi uomini quel che si verifica per i selvaggi ed i fanciulli, cui le forme ardue delle montagne, le vaste distese dei piani, il fluire dei fiumi, l'ondeggiamento del mare appaiono come manifestazioni stabili, quasi eterne, di fronte alla caduca piccolezza delle loro labili vite. Solo quando la cono-

scenza diviene più profonda, per maturata esperienza o per geniale intuizione, gli uomini scorgono, sotto il velo della stabilità, la caducità del mondo.

Non tutti gli uomini però, nè tutti i popoli o le razze o le civiltà hanno scorto egualmente tale perenne mutarsi della terra e del mondo. Vi sono popoli e civiltà, che si sono fermati a quella prima visione della stabilità dell'universo. Per essi la terra ed il mondo si sono cristallizzati in un sistema rigido, dovuto all'opera di un dio o creatore personale, da cui sono regolate le norme e le leggi della natura. Principalmente i popoli semitici hanno assunto questa concezione, inficiando anche con essa gli altri popoli produttori di civiltà, cioè i mongolici e gli indoeuropei; i quali invece con le loro religioni politeiste ed ateiste e con le loro cognizioni scientifiche hanno a preferenza seguito lo spettacolo ed acquisito la conoscenza del continuo mutarsi del mondo.

La visione della stabilità dell'universo ha portato alla formazione dell'astronomia, che è stata perciò la prima e più antica scienza umana. La comprensione della mutabilità invece ha prodotto la geologia, che è, nella sua forma scientifica, l'ultima e più giovane scienza della terra.

Le prime cognizioni di astronomia matematica, che ancora persistono in tutto il loro vigore: la terra concepita come sfera rotante intorno ad un asse, il fenomeno del giorno e della notte, le stagioni e l'anno, i corsi apparenti del sole e dei pianeti e i siti delle stelle; ci vengono dai babilonesi, dimoranti nella Mesopotamia circa seimila anni or sono, da cui quelle cognizioni passarono in Egitto, in Persia, in India, in Cina, in Grecia ed in Roma, diffondendosi, attraverso i millenni, su tutta la terra. Ma i babilonesi non le trovarono per primi: essi le ricevettero da quegli anteriori abitanti della Mesopotamia, i sumeri ed akkadi, i quali, come ha cercato di dimostrare W. F. Warren

nel suo libro su *The Earliest Cosmologies*, New York 1909, provenivano da regioni più settentrionali, più prossime al polo, dove era più facile osservare e comprendere il come ed il perchè del rotarsi del cielo.

Le visioni cosmologiche degli akkadi-sumeri, acquisite dai babilonesi, furono da questi trasmesse alle finitime e susseguenti stirpi semitiche, gli ebrei, che ne improntarono il primo libro della loro *Genesi* e così le tramandarono, deteriorate ed assoggettate alla loro religione monoteista, mediante il cristianesimo ed il maomettismo, agli altri popoli della terra. Così avvenne che i popoli indoeuropei più antichi, come gli indiani, i greci e gli italici, i quali avevano già, come vedremo, sulla mutabilità della terra cognizioni conformi a quelle della moderna geologia, furono arrestati sul cammino della loro conoscenza dall'incubo religioso della tradizione mosaica, da cui solo dopo millenni riuscirono a svincolarsi gli spiriti più eletti, come Leonardo da Vinci.

La *Genesi* mosaica invero è stata per più d'un millennio e mezzo l'ostacolo più grave al formarsi della geologia. In essa infatti l'universo stellato e la terra, con le sue varie forme e le sue specie di piante e di animali e l'uomo, sono rappresentati come creati *ex nihilo* e fissati per l'eternità da un dio personale, che regge e domina a capriccio la sua creazione. In tale schema rigido di stabilità non può intervenire alcun mutamento dovuto all'essenza della natura e guidato dalle sue stesse leggi, come noi oggi concepiamo: resta quindi precluso ogni accesso alla comprensione di quei fenomeni di mutabilità della crosta terrestre, a cui s'informa la geologia. Nessuno di tali fenomeni si trova infatti descritto nella Bibbia e nelle opere ligie a questa: anzi il solo fenomeno di tale natura esposto nella Bibbia, il diluvio, è tratteggiato così assurdamente, che esso solo ha formato un ostacolo di un millennio e mezzo contro

la geologia, finchè non è stato scalzato e rovesciato dai primi pionieri geologici, come Leonardo da Vinci e Giordano Bruno.

Infatti la narrazione biblica della genesi e del diluvio, diffusa specialmente nel mondo occidentale mediante il cristianesimo, ha fatto per millenni ritenere come dogma di fede, che sulla terra vi siano state sempre tali e tante specie di piante e di animali, quali e quante in origine ne furono create da Dio, e che le conchiglie fossili, le quali si trovano nei monti come migliore testimonianza dell'origine in mare di buona parte dei continenti, fossero state là solamente deposte dal diluvio universale. Per opporsi a tali ipotesi della genesi e del diluvio, ancora due secoli e mezzo dopo le chiare visioni di Leonardo da Vinci, Voltaire era costretto a ricorrere a mille storture del suo spirito lucido, fino a conchiudere, nel capitolo XIII *Des singularités de la nature* : « Je ne nie pas, encor une fois, qu'on ne rencontre à cent milles de la mer des huîtres petrifiées, des conques, des univalves, des productions qui ressemblent parfaitement aux productions marines ; mais est-on bien sûr que le sol de la terre ne peut enfanter ces fossiles ? » Sì forte dunque era l'azione negativa del racconto biblico del diluvio, ancora due secoli e mezzo dopo che Leonardo da Vinci aveva non solo riconosciuto e dimostrato la impossibilità del diluvio universale, ma aveva anche indicato le conchiglie fossili come le sicure prove dei mutamenti, che noi chiamiamo geologici, della crosta della terra.

Eppure Leonardo aveva reagito contro la credenza del diluvio universale solo con i mezzi fornitigli dal suo intelletto e dalla sua esperienza, ignaro di tutte le prove geologiche, archeologiche e storiche, che hanno permesso a noi moderni di ridurre nei suoi ristretti limiti la storia biblica del diluvio, sgombrandone così definitivamente il cammino della geologia. Questa riduzione all'assurdo del diluvio biblico è stata modernamente

e scientificamente fatta da Eduard Suess nel primo capitolo della sua opera su *Das Antlitz der Erde*. Ad onor del vero però già altri avevano indicato la fonte della narrazione mosaica. Così, per esempio, Voltaire, che se n'occupò nel capitolo XXVII del suo scritto su *Dieu et les hommes* : « Les Juifs ne peuvent avoir imaginé le déluge universel qu'après avoir entendu parler de quelques déluges particuliers. Comme ils n'avaient aucune connaissance du globe, ils prirent la partie pour le tout, et l'inondation d'un petit pays pour l'inondation de la terre entière... voici probablèment quelle est le source du récit du déluge que les Juifs firent dans leur Genèse, quand ils èscrivirent dans la suite des tems suos le nom de Moïse ». E qui Voltaire accenna al racconto del diluvio mesopotamico, scritto nel terzo secolo avanti Cristo dal sacerdote caldeo Beroso. Però le più recenti scoperte archeologiche e linguistiche nella biblioteca di Ninive, di mattoni con scritti cuneiformi, ci hanno rivelato, che tanto la narrazione mosaica quanto il racconto di Beroso derivano da una fonte più antica, di cui si sono trovate le tracce nel canto undicesimo dell'epopea di Izdubar, l'eroe babilonese, nel quale è descritto, più conforme a realtà, un grande fenomeno meteorico-sismico, avvenuto nella bassa Mesopotamia alcune migliaia d'anni prima dell'era volgare. La tradizione di tale fenomeno è conservata più genuina nell'epopea di Izdubar e s'è poi alterata nella recita di Beroso; ma è divenuta anche più distorta e fantastica nella descrizione mosaica, dove ha assunto il tipo di diluvio universale; e per altri canali, egizi e greco-siriaci, s'è diffusa pure nel mondo antico occidentale, fondendosi con le leggende locali, sotto forma di diluvio di Deucalione e simili. In sostanza però l'avvenimento conosciuto sotto il nome di diluvio, conchiude Eduard Suess, avvenne sul basso Eufrate ed ebbe per elemento principale un'inondazione assai estesa e devastatrice della piana

mesopotamica. La causa essenziale di tale avvenimento fu un terremoto svoltosi nella regione del Golfo Persico, accompagnato probabilmente da un ciclone venuto dal sud. Le tradizioni degli altri popoli e le argomentazioni geologiche non permettono di sostenere in alcun modo che tale diluvio abbia passato i limiti del bacino inferiore del Tigri e dell'Eufrate e tanto meno che si sia potuto estendere a tutta la terra.

Così, originata da tali limitate fonti babilonesi, la tradizione del diluvio universale e, insieme con essa, la storia della creazione, qual'è esposta nella Genesi mosaica, ed il concetto della stabilità del mondo, creato da un dio personale, hanno per circa due millenni aduggiato le culture europee, fugando le grandiose cosmogonie indoeuropee; le quali però, come qui appresso vedremo, sviluppatesi nelle mitologie e nelle filosofie degli antichi indiani, greci e latini, furono serbate e tramandate dai poeti e pensatori dell'antichità, brillarono poi a tratti nelle concezioni di quei pochi grandissimi, che non si fecero ottenebrare dall'oscurantismo religioso, e tornano ora a rifulgere per tutti nei cieli della scienza moderna.

I radicali difetti della concezione semitica, notati in questi due casi della storia della creazione e del diluvio, ossia il principio della stabilità e l'imperio ed il capriccio di un essere personale, provocante creazioni e distruzioni fuor d'ogni legge naturale o nesso causale, e l'esagerazione fantastica di ogni più piccolo fenomeno, si riscontrano in quasi tutti gli accenni biblici, siano del Vecchio che del Nuovo Testamento, in modo che mai qui si trova quella visione obiettiva e serena, propria delle antiche concezioni ariane e delle moderne ricerche scientifiche. Questi difetti si possono osservare già nelle semplici descrizioni bibliche di paesaggi e di cose naturali, ma divengono più evidenti nelle rappresentazioni dei grandi fenomeni tellurici. Così, p. es., nelle descrizioni dell'*Esodo* (XV, 8),

del secondo libro di *Samuele* (XXII, 16), del primo libro dei *Re* (XIX, 11-12) ed in questa dei *Salmi* (XVIII, 5-16), che riproduce, amplificate, le precedenti : « Nella mia distretta io invocai il Signore e gridai all'Iddio mio : egli udì la voce mia dal suo tempio, e il mio grido pervenne a lui ai suoi orecchi. Allora la terra fu scossa e tremò, e i fondamenti dei monti furono scossi e scrollati; perciocchè egli era acceso nell'ira. Un fumo gli saliva per le nari, e un fuoco consumatore per la bocca; da lui procedevano brace accese. Ed egli abbassò i cieli e discese, una caligine sotto i suoi piedi. E cavalcava sopra cherubini e volava, ed era portato a volo sopra l'ale del vento. Egli aveva posto tenebre a suo nascondimento, intorno a sè il suo padiglione, oscurità d'acque, nubi dell'aria. Le sue nubi si dileguarono per lo splendore davanti a lui, con gragnuola e braci accese. E il Signore tuonò nel cielo, e l'Altissimo diede la sua voce con gragnuola e braci accese. Ed avventò le sue saette, e disperse coloro; egli lanciò folgori e li mise in rotta. E per lo tuo gridare, o Signore, per il soffiar del vento delle tue nari, i canali delle acque apparvero ed i fondamenti del mondo furono scoperti. Egli da alto stese la mano, mi prese, mi trasse fuori di grandi acque. Egli mi riscosse dal mio potente nemico e da quelli che mi odiavano, perciocchè erano più forti di me. E mi trasse fuori al largo; egli mi liberò, perciocchè egli mi gradisce ». *Much ado about nothing* : potremmo dire noi, giunti alla fine della terribile descrizione! E lo stesso potremmo dire pel *Salmo* LXV : « Esso, con la sua potenza, ferma i monti; egli è cinto di forza. Egli acqueta il rumore dei mari, lo strepito delle sue onde e il tumulto dei popoli » ; pel *Salmo* CIV : « Egli ha fondata la terra sulle sue basi; giammai in perpetuo non sarà smossa. Egli ha posto alle acque un termine, il qual non trapasseranno; e non torneranno a coprire la terra » ; pel *Salmo* CXIV : « Il mare lo vide e

fuggì, il Giordano si rivolse a ritroso, i monti saltarono come montoni, i colli come agnelli » ; così pure per *Isaia* (XIX, 5-7), *Geremia* (IV, 23-24) e per l'*Apocalisse* (XVI, 20); in cui tutti i fenomeni meteorici e sismici sono sempre descritti come spaventosi cataclismi provocati direttamente da Dio, per salvare i suoi protetti dai loro nemici e dalle miserie terrene.

Tale influenza personale e diretta di Dio, cioè Jehova, nella creazione delle cose e dei fenomeni naturali dal nulla, così com'è descritta nel primo capitolo della *Genesi*, si ritrova poi anche in *Giobbe* (XXXVIII, 4 segg.), nei *Proverbi* (III, 19-20 e VIII, 23 segg.) ed in *Amos* (IV, 13 e V, 8), senza che venga mai ad essere spezzata da qualche fenomeno emanante per sè stesso dalla natura, per sua spontanea manifestazione. Per logica connessione anche la distruzione improvvisa e catastrofica e l'annientamento delle cose naturali, come si trova significata in *Giobbe* (IX, 5 seg.), *Isaia* (XXIV, 18-20), *Ezechiele* (XXXI, 15), *Michea* (I, 4) e nella seconda epistola di Pietro (III, 10) è sottoposta all'arbitrio ed all'impeto di quest'essere, immaginato assurdamente come creatore dal nulla ed annichilatore del tutto.

Dato dunque, che le cose della natura non si formino e transformino per proprie forze interiori e secondo proprie leggi, ma dipendano da un'unica potenza esteriore, ne deriva che la natura stessa, creata ma non distrutta ancora, dimori stabile e ferma. Questo infatti è il concetto biblico della *stabilità*, perfettamente contrario a quello indo-europeo e buddhistico della *mutabilità*, di cui Leonardo da Vinci è stato uno dei più fervidi propugnatori. Il concetto biblico della stabilità, espresso primamente nella *Genesi*, si trova poi, p. es., ancora riprodotto in *Giobbe* (XXXVIII, 11): « E chi rinchiuse il mare con porte, quando fu tratto fuori, uscì dalla matrice? Quando io posi le nuvole per suo vestimento e la caligine per sue fasce?

E determinai sopra esso il mio statuto, e gli posi sbarre e porte; e dissi: tu verrai fino qua e non passerai più innanzi, e qui si fermerà l'alterezza delle tue onde »; e poi ancora nei *Salmi* (CIV, 5 e 9): « Egli ha fondato la terra sulle sue basi; giammai in perpetuo non sarà smossa; tu hai posto alle acque un termine che non trapasseranno; non torneranno a coprire la terra »; e quindi nei *Proverbi* (VIII, 29): « Quando egli poneva il suo termine al mare, talchè le acque non possono trapassare il suo comandamento »; ed inoltre nel *Kohelet* (I, 4): « Un'età va via, e un'età viene; e la terra resta in perpetuo »; e quindi ancora in altri punti, in cui le cose naturali, sottratte dall'impeto creativo e distruttivo di Jehova, sono figurate immobili in eterno. Anche nel Nuovo Testamento, quando si parla di fenomeni naturali, questi sono sempre considerati come dipendenti da un unico influsso personale esteriore: così in *Luca* (III, 5) in *Marco* (XI, 23) e in *Matteo* (XXI, 19-21): « vedendo un fico sulla strada, andò ad esso, ma non vi trovò nulla, se non foglie. Ed egli gli disse: Giammai più in eterno non nasca alcun frutto da te. E subito il fico si seccò. E i discepoli, veduto, si meravigliarono, dicendo: Come si è subito seccato il fico? E Gesù, rispondendo, disse loro: Io vi dico in verità, che se avete fede, e non dubitate, non solo farete la cosa del fico, ma ancora, se dite a questo monte: Togliti e gettati nel mare; sarà fatto. E tutte le cose, le quali con orazione richiederete, credendo, voi le riceverete ». In cui è da notare, che, a parte l'allegoria della frase, anche il miracolo di muovere la montagna, o di compiere qualsiasi altra cosa, non è qui considerato come un'opera derivante dalla propria forza magica, o morale, bensì come un effetto di altra esteriore potenza, resa propizia mediante fede ed orazioni. A ciò si aggiunga, per incidenza, che l'atto dispettoso di far seccare il fico, sol perchè non portava frutti, avrebbe fatto inorridire non solo ogni in-

diano o buddhista, ma anche ogni spirito bennato e specialmente l'animo amorevole e compassionevole, verso tutti gli esseri viventi, del nostro Leonardo da Vinci.

Anche quei passi biblici dei *Salmi* (XLVI, 2-3, XC, 8-7), che sembrano accennare ad uno spontaneo transmutarsi delle cose naturali, allorchè sono bene esaminati, si rivelano come concezioni fantastiche di cataclismi provocati dall'onnipotenza di Jehova. Lo stesso dicasi dell'altra nota frase, pur dei *Salmi* (CII, 25-26): « Tu fondasti già la terra; e i cieli sono l'opera delle tue mani. Queste cose periranno, ma tu dimorerai; ed esse invecchieranno tutte come un vestimento; tu le muterai come una veste, e trapasseranno ». Essa si trova ripetuta poi anche in *Isaia* (LI, 6), in *Matteo* (XXIV, 35): « Il cielo e la terra trapasseranno, ma le mie parole non trapasseranno »; ed in *Marco* (XIII, 31), in *Luca* (XVI, 17; XXI, 33), in *Ebrei* (I, 10-12): « E tu, Signore, nel principio fondasti la terra, e i cieli sono opere delle tue mani. Essi periranno, ma tu dimori: e invecchieranno tutti, a guisa di vestimento. E tu li piegherai come una veste, e saranno mutati; ma tu sei lo stesso, e i tuoi anni non verranno meno »; e così ancora nella I epistola di *Giovanni* (II, 17). In tutti questi passi non si tratta di un formarsi e trapassare cosmico, com'era concepito dalle antiche geogonie indiane, greche ed italiche e dalle cogitazioni scientifiche di Leonardo da Vinci e della moderna geologia, bensì d'un dissolversi dei cieli a guisa di fumo e di un dismettersi della terra come d'una veste, per opera giudicatrice e distruttrice di quello stesso Dio, che in modo inconcepibile aveva tratto tutto ciò dal nulla.

In un solo punto della Bibbia è espressa una concezione veramente naturalistica dei fenomeni tellurici, e ciò in uno dei libri più pervasi dalle influenze orientali pervenute per la Persia in Palestina, ossia nel libro di *Giobbe* (XIV, 18-19): « Ma

certo, un monte cadendo scoscende, e una rupe è divelta dal suo luogo, e le acque rodono le pietre, e i loro diluvi inondano la polvere della terra: così tu fai perire la speranza dell'uomo ». Qui la rappresentazione è perfettamente conforme a natura e bene si confà alle moderne vedute; ma perciò appunto non s'accorda col solito modo di pensare ebraico e quindi aggiunge ancor essa un'impronta di esotismo al libro di Giobbe, che per sè stesso già è, come ho detto, eterogeneo alla compagine biblica. Infatti, tanto il libro di Giobbe quanto il Kohelet con il loro disperato pessimismo sono in aperto contrasto col predominante ottimismo della Bibbia, sia del Vecchio che del Nuovo Testamento: perchè anche in quest'ultimo se vi è pessimismo rispetto alla vita ed al mondo di qua, viceversa vi è ottimismo riguardo alla vita ed al mondo di là, e si promette di dare lassù la ricompensa delle pene di quaggiù. Ma Giobbe e l'Ecclesiaste non hanno speranze e, se anche la loro morale resti infinitamente inferiore a quella degli Evangeli e si fermi al basso gradino dell'*edite, bibite, post mortem nulla voluptas*, pure essi riconoscono la miseria e la vanità della vita con una profondità, che non ha pari nella Bibbia e rivela chiaramente origini diverse dalle semitiche. Tali origini estranee sono provate anche dalla forma esteriore di questi due libri, che con il loro libero lirismo non si adattano bene al tono moralista, profetico-predicatorio, di tutta la Bibbia. Del resto è già scientificamente dimostrato, che in essi abbondano gli elementi di civiltà indo-iraniche, infiltratisi nella cultura semitica. A darne una prova basti citare la circostanza, che in Giobbe (XXXIX e LV) sono descritti tre animali essenzialmente indiani, l'unicorno, il pavone e l'elefante, dei quali non si ha quasi alcuna figurazione nella sterminata arte dell'antico Egitto e di cui anche non si fa mai più cenno nel resto della Bibbia: la loro menzione quindi è di evidente origine orientale.

È infatti probabile che, come operai ed artisti fenici edificarono il tempio di Salomone, così gli arditi mercatanti indiani, i quali già dall'ottavo secolo prima di Cristo pervenivano fino alle sponde del Mediterraneo, portassero qui piano piano insieme con le loro merci preziose (le perle, i rubini, i diamanti, l'avorio, l'ebano, il cotone, l'acciaio) anche l'eco della grande civiltà e del profondo pessimismo indiano; che si ripercosse nei due libri di Giobbe e del Kohelet, come altrove aveva risonato nei misteri orfici e nelle filosofie di Pitagora, Platone, Diogene e Plotino: così come anche poi più tardi la fiamma della redenzione buddhistica venne in certo modo ad alimentare il fuoco della dottrina cristiana. Così che, in conclusione, nei ricordi della civiltà egiziana, mesopotamica ed ebraica quasi nulla si trova, che accenni, in senso geologico moderno, ossia nel senso della visione ed osservazione di Leonardo da Vinci, alla continua mutabilità della crosta terrestre.

Ma la visione dei mutamenti, cui è soggetta la superficie della terra, le vicissitudini alterne, che questo nostro globo terrestre ha comuni con gli altri corpi innumerabili sparsi nello spazio immenso, le formazioni e trasformazioni continue, che agitano il seno di questa nostra madre e costituiscono il tema fondamentale della moderna epica scienza della geologia, hanno anche fornito, prima che sorgesse questa nuova scienza, magnifica materia anche per le rappresentazioni artistiche di altri popoli antichi e di intelletti sommi, che seppero egualmente scrutare con occhi profondi l'animo arcano dell'uomo e le membra vaste della terra. Non sempre però nè da per tutto tali visioni geologiche sono servite a costruzioni scientifiche od a rappresentazioni artistiche. Anche in Europa, p. es., per più d'un millennio le menti degli uomini, lungi dallo scorgere la mutabilità continua della superficie terrestre, non hanno visto in essa che le forme immutabili prescritte dal racconto biblico

della creazione. Bisogna giungere ad occhi limpidi come quelli di Boccaccio e di Leonardo, per poter divinare l'alternarsi antico dei mari e delle terre sul pianeta, e pervenire ad un essere straordinario come Giordano Bruno, per osar di proclamare, che il diluvio universale fosse stato semplicemente un fenomeno limitato e particolare : come solo oggi noi abbiamo appreso dagli scritti cuneiformi e dalle moderne indagini scientifiche.

Eppure quelle descrizioni bibliche limitatissime, ma fantasticamente esagerate, dei fenomeni tellurici, hanno, come dicevo, per lungo periodo di tempo aduggiato le limitrofe antiche civiltà. Quest'ombra però non poteva impedire e non impedì lo svolgersi irresistibile di altri germi, da cui sono derivati quei fiori e quei frutti, che non si svolsero mai nelle terre di Mesopotamia e d'Egitto. Infatti le stirpi semitiche e camitiche, che si fermarono in quei piani fertilissimi, ma limitati ed uniformi, preoccupate massimamente del loro benessere materiale e del loro sviluppo economico e sociale, non ebbero forse lo spirito abbastanza libero e gli occhi tanto limpidi, da poter contemplare senza preoccupazione, o senza interesse, lo spettacolo mirabile dei fenomeni e delle forme, che la natura offre ai nostri sguardi. Tale contemplazione disinteressata, obiettiva, e l'arte ed in parte la scienza, che da esse derivano, pare che siano quasi un privilegio delle razze indoeuropee, alle quali dobbiamo anche principalmente la rappresentazione artistica e l'elaborazione scientifica delle visioni geologiche della terra.

Queste giovani stirpi indoeuropee, discese ultime alla conquista della terra, quando già sfiorivano e declinavano le vetuste civiltà niliache e mesopotamiche, non si diressero già verso le esigue valli da quelle occupate, nè si fermarono sui piccoli, limitati piani, che potevano lor promettere benessere e ricchezza, ma, quasi possenti fiumi di montagna, discesero dagli altipiani asiatici e s'irradiarono verso oriente, mezzogiorno

ed occidente, valicando le ardue catene montuose, allargandosi per gli ampi piani ubertosi e sboccando sulle sponde dei mari: in modo da essere in breve tempo impiantate sulle più belle parti di Eurasia, che dalle foci del Gange vanno pel Mediterraneo fino alla Scandinavia. E queste razze, già per sè stesse quasi ebbre di luce, assetate di visioni, inclinanti alla contemplazione, non ricevettero nelle nuove sedi, ma portarono in esse le loro innate qualità di arte e di pensiero, che rimasero fondamentalmente le stesse per tutte le stirpi, assumendo solo una alquanto diversa veste esteriore dagli ambienti naturali, che i tre ceppi principali, l'indo-iranico, il greco-italico ed il celto-germanico, vennero ad occupare. Ond'è, che se nell'arte e nel pensiero indiano troviamo quella grandiosità e portentosità, bene adatta alla sovrana maestà del Himâlayo e del Gange; e nell'arte e nella sapienza greco-italica ammiriamo le armoniche linee di bellezza, scaturienti quasi dai lidi armoniosi di Grecia e d'Italia; mentre vediamo le manifestazioni germaniche quasi come irrigidite ed annebbiate dai ghiacci e dalle brume del settentrione: pure, in fondo alla trigemina manifestazione finiamo per riscontrare lo stesso spirito animatore e la stessa tendenza contemplativa, che cercano dovunque, nel cielo, nell'aria, nell'acqua, nella terra, negli animali e negli uomini, le visioni fondamentali dell'eterno divenire dell'universo, necessarie a plasmare la rappresentazione artistica ed a maturare la concezione filosofica del mondo.

Ed è naturale, che fra tali visioni abbiano un posto importantissimo quelle riguardanti le formazioni e transformazioni della terra, le quali infatti si trovano in moltissime espressioni artistiche delle razze indoeuropee, siano sotto forma di miti, cantati dai loro antichissimi vati, che sotto l'aspetto di pensieri scientifici, elaborati dai loro moderni pensatori ed artisti: perchè, in fondo, miti antichi ed ipotesi scientifiche moderne non

sono che diverse forme di espressione e di comprensione dei medesimi misteri dell'universo. Noi quindi procederemo ad esaminare rapidamente le prime rappresentazioni artistiche e concezioni filosofiche dei popoli indiani, greci ed italici, e ne accenneremo poi gli ulteriori pensamenti scientifici, per vedere quale visione essi avessero delle formazioni e transformazioni della terra, prima che su questa si aprissero gli occhi e la mente di Leonardo da Vinci.

Le prime manifestazioni artistiche dello spirito ariano, gli inni vedici, specialmente quelli del *Rigveda,* formatisi almeno un millennio prima di Cristo, sono in grande parte uno specchio dei molteplici grandiosi fenomeni, offerti dalla circostante natura agli sguardi maravigliati di quei remoti progenitori, che li descrissero, con rappresentazione diretta ovvero mitica, in quei loro mirabili canti, che parlano ancora così vivamente a noi moderni, perchè animati dallo spirito eterno dell'arte. Così gli astri scintillanti o vaganti nel cielo, le aurore splendide ed i fulgidi occasi, il sole fiammante e la candida luna, le cime nevose dei monti e le vastità ubertose dei piani, la calma serenità del cielo ed il volo furioso dei venti, il trascorrere delle nubi ed il cadere della pioggia, il moto possente dei fiumi ed il non meno possente divampare del fuoco, i tremiti sismici, che scuotono le vaste membra della terra, e l'accavallarsi delle onde oceaniche, tutte le forme e tutti i fenomeni del grande continente indiano vennero ad essere fissati in quegli inni con uno slancio di pensiero, che non si arresta alla rappresentazione del mondo visibile, ma spesso trascende con filosofico volo i limiti del tempo e dello spazio. Una prova ce n'è data dall'inno 129 del X libro del *Rigveda*, nel quale il vate canta le origini stesse del mondo, con antico fatidico accento e, nello stesso tempo, con moderno, scettico sorriso :

« Allora non v'era essere, nè non essere; non aria, nè cielo di là da essa. Che cosa copriva? Che cosa avvolgeva? Dove era l'acqua, l'abisso profondo?

« Non morte allora e non immortalità; non notte, nè lucido giorno. Nulla v'era, fuor di quell'una sostanza, senza respiro, in sè stesso spirante.

« Tenebra v'era: da essa ravvolto ondeggiava l'universo indistinto. Tutto era ancora oscuro ed informe. E dal grande calore si svolse quell'una sostanza.

« E da essa sorse dapprima l'amore, il primo seme ed il germe di conscienza. La prima combinazione dell'essere col non essere trovarono i vati, indagando, nell'impulso del cuore.

« Ed ivi segnarono il limite i vati. Che cosa v'era di sotto, che cosa di sopra da esso? V'eran germi, forze in potenza: formazioni di sotto, energie di sopra.

« E pure! chi può veramente sapere donde venne, donde provenne questa transformazione? Gli dei sono posteriori alla produzione di questo mondo: chi dunque sa, donde esso provenne?

« Esso forse, il primo motore di questa transformazione, quello che la formò, e forse non la formò, e che la guarda dai sommi cieli, esso lo sa! O forse anch'esso non lo sa? »

Basta paragonare quest'inno superbo con la teogonia di Esiodo, che dal caos fa appunto nascere la terra e l' amore (ἔρως = *kāma* dell'inno vedico) e quindi tutto il resto, e raffrontare poi entrambi con il canto corrispondente dell'*Edda* (*Voluspâ 3*): « Allora, ai tempi di Ymir, non v'era sabbia, nè mare, nè fresche onde; non v'era terra, nè cielo di sopra: v'era spazio abissale (*gap-ginnunga* = χάος = *akāsa*), ma non erba »: basta, dico, paragonare queste tre manifestazioni primitive dello spirito indoeuropeo, per vedere come esso sia rimasto sostanzialmente lo stesso, pur avendo assunto nelle sue

tre estrinsecazioni, l'indiana, la greca e la germanica, forme alquanto diverse, che in questo caso si presentano nella massima magnificenza proprio nella forma più antica, od indiana, del meraviglioso inno vedico; che, pel suo contenuto e specialmente per la sua chiusa, non ha confronti in alcun'altra cosmogonia e trova solo un'eco nel « *tu forse intendi* » del *Canto notturno di un pastore errante nell'Asia* di Leopardi.

Dalle origini del mondo si passa a descrivere i fenomeni più speciali, riguardanti la superficie della terra. Sia nella mitologia greco-italica che nell'indiana, la terra, chiamata in entrambe la madre, dall'ampio seno, arsa d'amore s'accoppia col cielo padre e produce i monti, le acque e le oscure potenze sotterranee, i demoni degli abissi intratellurici, che presto entrano in lotta con le forze celesti e finiscono con l'essere da queste abbattute e vinte. Questi miti, che, più oscurati, ma in fondo identici, si trovano pure nell'*Edda,* sono i simboli delle immani lotte e delle conflagrazioni tra la superficie terrestre, ossidata, capace di vita, e le forze cieche, dominanti le materie ossidabili, bandite nell'interno della terra: sono le visioni delle tempeste, dei terremoti, delle eruzioni vulcaniche e di tutte le grandi manifestazioni geologiche, in cui la vittoria resta, agli occhi del vate, sempre alle potenze celesti, che dopo la battaglia tornano a sorridere luminose e serene sugli esausti cataclismi atmosferici e tellurici.

In questo senso solo si può intendere Omero, quando nel II libro dell'*Iliade* descrive la terra gemente nelle profondità, come quella che in Arimi preme Tifeo, allorchè è percossa dal dio fulminante; e si può anche comprendere, come qui appresso vedremo, la bella descrizione, nel IX libro dell'*Odissea*, dei crateri etnei, raffigurati come i Ciclopi, i superbi figli del mare, cresciuti sulla terra. E chi ha assistito a qualche eruzione vulcanica, o simile altro cataclisma tellurico, bene intende

quale sia la visione naturale, che ha fornito la materia plastica alla titanomachia esiodea ed alla posteriore gigantomachia, nonchè alle eterne lotte, nella mitologia scandinava, tra il cielo (Odin, Wotan) ed i giganti dell'*Edda,* ed alle epiche battaglie tra gli dei ed i demoni della mitologia indiana, come questa, p. es., del 19.° capitolo del I libro del *Mahâbhâratam* : « Così cominciò l'orrenda battaglia tra gli dei ed i demoni sulle sponde del mare salato. Migliaia di acute saette e di lance e d'altre armi erano scagliate da tutte le parti. Colpiti dai dischi, feriti dalle spade, dai dardi e dalle clave i demoni versavano sangue e giacevano prostrati sulla terra. Le loro tronche teste raggianti cadevano per ogni dove ed i loro grandi corpi morti, sparsi di sangue, giacevano con le membra squarciate, come monti rosseggianti. Infine i possenti demoni, sgominati dai terribili strali, che coprivano il cielo di fuochi fulminanti, rientrarono nelle viscere della terra e s'inabissarono nel mare salato, mentre le nubi, facendo echeggiare il cielo di tuoni, risalirono in alto; ed i celesti, avendo ottenuto la vittoria, tornarono lieti al cielo, a godervi l'ambrosia ». Questo frammento del gigantesco poema indiano, rivela la visione geologica, che ne forma la base, e mostra le sue intime affinità con le analoghe descrizioni poetiche di fenomeni naturali, le quali formano le parti più antiche e più belle della mitologia greca.

La mitologia greca contiene, sotto forme simboliche ed allegoriche, le visioni primitive ed i tipi originari di molte verità metafisiche e fisiche, le quali sono state poi dagli uomini posteriori, senza veste mitica, escogitate filosoficamente ed osservate scientificamente. Perciò io più d'una volta, percorrendo gli antichi testi greci, sono rimasto maravigliato nel vedere con quale esattezza e profondità di visione in alcuni di quei miti siano rappresentate le manifestazioni di grandi forze naturali, le quali con i loro vistosi fenomeni dovevano maggiormente colpire le

fantasie di quegli antichissimi vati, che ce ne hanno tramandato le visioni con le forme incorruttibili dell'arte.

A tali miti appartengono, per esempio, gli esseri giganteschi, minacciosi, ribelli, chiamati Titani, Ciclopi, Giganti, Demoni, in lotta continua con gli Dei, dai quali sono sempre abbattuti e vinti, ai quali però fanno ognora sentire il brontolio e le scosse della loro sotterranea rivolta. Tali miti non sono che magnifiche figurazioni plastiche dello svolgersi di forze telluriche, specialmente eruttive e sismiche, in contrasto con le forze atmosferiche. Questa naturale interpretazione, che nasce spontanea dalla lettura degli antichi testi, è invece nella comune opinione sostituita da altre spiegazioni, più artificiose, che solo forzatamente possono mettersi d'accordo con le poesie degli antichi autori. Lo stesso Schopenhauer nei *Parerga und Paralipomena* (vol. II, § 197) immagina che gli antichi vedessero nelle ossa fossili dei megateri e dei mastodonti gli avanzi dei giganti cacciati da Zeus sotterra; ma egli stesso, da grande spirito qual'è, non manca subito dopo di aggiungere, che veramente la teogonia di Esiodo sembra avere per base una oscura concezione dei primi mutamenti della crosta terrestre e della lotta tra la superficie ossidata, capace di vita, e le sfrenate forze naturali dominanti le materie ossidabili, bandite nell'interno della terra. Questa è infatti la vera spiegazione di quei miti; quantunque anch'essa non sia completamente esatta: perchè non è necessario risalire ai primordi della vita sul globo, per fare assistere la mente umana a tali fenomeni; ma basta, anzi si deve fermarsi all'epoca quaternaria ed all'età della pietra, quando, contemporaneamente al primo espandersi dei popoli eurasiatici, ebbero luogo nell'Asia e nell'Europa, dall'Oceano Indiano al Mediterraneo, gli ultimi grandi sollevamenti orogenici ed epeirogenici, accompagnati e seguiti dai vistosi fenomeni glaciali e vulcanici, sui cui prodotti sono fondate le nostre civiltà.

Intesi in questo modo, cioè come simboli mitici dei vulcani del Mediterraneo, e specialmente dell'Italia meridionale, i giganti e la gigantomachia trovano un'esatta interpretazione e descrizione nella *Griechische Mythologie* di Preller, in cui anche Tifone è significato come raffigurazione mitica della zona vulcanica da Ischia all'Etna. Il Preller stesso, ed altri con lui, non spiega però allo stesso modo i titani e la titanomachia (la quale in fondo non è che una rappresentazione eteronima, forse più antica della gigantomachia), anzi la descrive come una pura tempesta atmosferica, accompagnata da terremoto, ed interpreta addirittura i ciclopi ed i centimani come nuvole tonanti e fulminanti e come onde marine. Anche Felice Ramorino nella sua recente *Mitologia classica* (Milano, Hoepli, 1919) ripete, a pag. 12: « I Ciclopi, così detti dall'unico occhio tondo, che si diceva avessero in mezzo alla fronte, erano tre, Bronte, Sterope e Arge, evidente personificazione dei fenomeni elettrici, il tuono, il lampo e il fulmine. Anche gli Ecatonchiri eran tre, Cotto, Briareo e Gige o Gie, rappresentavano le forze sconvolgitrici della natura, il terremoto e le ondate urtanti e riassorbenti ». A me pare invece, che anche questi miti, come quelli della gigantomachia, si debbano senz'altro riferire a fenomeni puramente geologici.

Infatti, miti così antichi e grandiosi, come questi dei titani e ciclopi, incorporati nei primi principî della teogonia e cosmogonia greca, non possono riflettere che i grandi fenomeni geologici della superficie terrestre, resasi abitabile dall'uomo. I miti riguardanti le relazioni degli elleni con uomini di altre razze e con estrani animali, come, p. es., il mito dei centauri, dei cimmerî, del vello d'oro, etc., ci riportano a tempi molto posteriori e fanno parte dei cicli eroici. Invece i titani, ciclopi e centimani ci si presentano nelle più antiche elaborazioni mitiche come nati dai primi amplessi del cielo e della terra. Io ho già

detto innanzi, come, a simiglianza dell'inno 129 del X libro del *Rigveda,* che fa sorgere Kâma (l'amore) dal caos primigenio, come prima radice d'ogni esistenza, così la *Teogonia* di Esiodo (v. 116 segg.) fa nascere dal caos originario la terra dall'ampio petto, e quindi Eros, signore degli uomini e degli dei, in modo che la terra stessa, dopo aver prodotto il cielo e i monti e le acque ed il mare, arsa d'amore, si accoppiò col cielo e « generò quindi i Ciclopi dal cuore superbo, Bronte e Sterope ed anche Argen dall'animo tremendo, i quali diedero il tuono a Zeus e fabbricarono il fulmine. Essi erano simili agli altri dei, ma avevano un occhio solo nel mezzo della fronte e furono chiamati Ciclopi, perchè era circolare il loro unico occhio nel mezzo della fronte : forza e violenza ed arti erano nelle opere loro. Ma anche altri nacquero dagli amplessi di Gea ed Urano : tre figli ingenti, terribili, nefandi, Kotto e Briareo e Gige, superba prole ; a cui cento mani inaccostabili prorompevano dagli omeri, e cinquanta capi dagli omeri di ognuno erano nati sulle membra possenti : valida forza inaccostabile sulla forma ingente. Questi grandi, nati da Gea ed Urano, fin dal principio furono esosi ai loro genitori. Ed essi e quelli nati prima di essi, tutti rinchiuse Urano negli abissi di Gea, e non li mise alla luce, e si fidò nella mala opera. Ma dentro gemeva la terra enorme oppressa ». Gea si rivolge perciò ai figli per aiuto e mediante l'astuzia di Kronos (il tempo) toglie la potenza a Urano (lo spazio). Di qui sorgono nuove forme e nuove manifestazioni divine, celesti e telluriche, finchè si giunge alla titanomachia.

Da questa prima descrizione di Esiodo il Preller deduce, come innanzi ho detto, che i Ciclopi siano le nubi temporalesche, o nembi, con un grande occhio rotondo di fuoco, essendo i diversi atti del temporale, il lampo (ἀστραπή), il tuono (βροντή) ed il fulmine (κεραυνός) ripartiti nei tre membri del gruppo.

Allo stesso modo i tre Centimani sarebbero, sempre secondo il Preller, il personificato ondeggiamento del mare, che con le spinte dei flutti tonanti produce gli scotimenti della terra. Ma tali spiegazioni di Preller e dei suoi seguaci non mi sembrano conformi a natura; perchè questi esseri così terribili, violenti, massicci, pesanti, ingenti, come sono descritti Ciclopi e Centimani, non possono certo riferirsi a fenomeni atmosferici e marini, di ben altra levità, ma debbono invece rappresentare quanto di più violento, mostruoso ed immane possa prorompere dalle viscere alla superficie della terra: vale a dire i distruttori cataclismi sismici e le tremende conflagrazioni vulcaniche. Infatti, nella stessa mitologia noi troviamo le onde spumanti del mare, ancor oggi da noi chiamate *cavalloni,* descritte come i cavalli di Poseidone, con un'immagine certo molto più confacente ad esse che non sia certo Briareo dalle cento braccia inaccessibili, ἄπληστοι. E nella mitologia vedica, delle consorelle stirpi ariane dell'India, troviamo le nubi rappresentate come vacche, che largiscono alla terra il loro umore benefico. Eppure in nessuna parte del mondo le nubi temporalesche assumono aspetto così terribile come nell'India, dove esse col monsone autunnale si avanzano con nera immensa cortina dall'Oceano Indiano, evaporatosi per nove mesi sotto il sole torrido, si stendono sulla terra, oscurano il sole e si squarciano finalmente tra lampi enormi, che solcano tutto l'orizzonte, e tuoni orrendi, da far impazzire anche qualche straniero di mente non ferma, che li sentisse per la prima volta. Malgrado ciò, sono rimaste vacche: come potevano divenire orrendi Ciclopi nella fantasia degli affinissimi greci?

A prima vista certo, quando Esiodo racconta, che i Ciclopi diedero il tuono a Zeus e fabbricarono il fulmine, l'ipotesi delle nubi pare naturale; ma, se si riflette più profondamente e si è avuta la visione di qualche grande eruzione vulcanica,

quando dalle viscere del monte ignivomo prorompono rombi ben più profondi dei tuoni d'un temporale, e sulla cima del vulcano i razzi delle bombe, lanciate a grande altezza, s'incrociano con i lampi prodotti dallo strofinio dei lapilli e con le folgori guizzanti nel pino enorme di cenere e di vapor d'acqua, si riconosce, che questa appunto è la sede prima del tuono e del fulmine. Ed infatti, nella posteriore mitologia greco-italica, Efesto, Vulcano, il fuoco, il fabbro, il fucinatore per eccellenza, ha nell'Etna la sua fucina da ferraio, e quivi gli immani Ciclopi gli fanno da martellatori. Ed ancor oggi alle falde dell'Etna è, omonimo del primo ciclope, Bronte, un paese ben esperto dei tuoni e dei fulmini del vulcano. Così parimenti il famoso vulcano della lontana Giava, il Papandajang, non ha nel suo nome altro significato che quello di « monte del ferraio » ; ed il suo attivo, rumoroso vicino si chiama il Gunongguntur « il monte del tuono ». Lo stesso concetto è espresso da Petrarca nei celebri versi :

Le braccia alla fucina indarno muove
L'antiquissimo fabbro siciliano:
Ch'a Giove tolte son l'armi di mano
Temprate in Mongibello a tutte prove.

Ma, a che giova addurre altre prove, quando lo stesso Esiodo, non solo nella su mentovata descrizione, ma appresso, nei versi 617 segg. della *Teogonia*, ci mostra come, dopo la battaglia con gli dei, Briareo, Kotto e Gige fossero nuovamente con forti vincoli incatenati dal padre, che insieme ne ammirava e paventava la forza immane e la forma e la mole ingente, e fossero ricacciati sotto l'ampia terra ? E sotto la terra giacevano anche, guardati e guardiani, i Titani ed i Ciclopi, così come i giganti e Tifone delle leggende posteriori. È quindi chiaro, che tutte queste divinità non sono forze atmosferiche o marine, ma manifestazioni e forme telluriche, geologiche.

Che specialmente poi si tratti di forme e di forze vulcaniche e sismiche, è chiaramente indicato dalle loro descrizioni e dai loro nomi. Κύκλωπες: i Ciclopi, gli dei dall'unico occhio circolare nel mezzo della fronte: chiunque abbia visto un vulcano, con il folgorante cratere centrale circolare, riconoscerà immediatamente quanto sia esatta questa denominazione. Ἑκατόγχειρες: i Centimani, gli dei terribili, con cento mani inaccostabili e cinquanta capi sulle membra ingenti: ossia i vulcani compositi, come l'Etna, con le numerose, inaccostabili correnti digitate di lava incandescente, che si allungano lungo i fianchi, e con i coni craterici avventizi, che sorgono sulle loro spalle. La rappresentazione più limpida e più plastica ne è data dai Ciclopi e dai Centimani. I nomi propri confermano la visione. Βροντής, il tonante; Στέρωπες, dall'occhio scintillante; Ἀργής, il bianco splendente (forse pel pennacchio di vapore); Κόττος, il percotitore; Βριάρεως, il massiccio; Γύης, il frangitore. E si può anche aggiungere che Τιτάν, da τιταίνω, = stendersi, è un'eccellente denominazione pel vulcano, che si allarga, si stende e s'innalza col sovrapporsi delle lave e del materiale eruttato; così come Γίγας, che è una formazione intensiva di γῆ, γαῖα: la terra quindi che si ammassa e si fa gigante.

Anche nella mitologia germanica si trovano miti simili a questi greci, probabilmente di analoga origine. È noto, che nell'*Edda* il dio dell'atmosfera, *Wotan,* è in continua lotta con i giganti, i quali, come egli stesso dice nel *Siegfried* di Wagner, gravano sulle spalle della terra. Ora questi giganti scandinavi hanno nomi e funzioni corrispondenti a quelli dei loro fratelli greci e riferentisi quindi egualmente a fenomeni tellurici di natura sismica e vulcanica. Essi infatti si chiamano: *Eld,* ossia fuoco; *Logi* (= *Lohe*), o fiamma; *Ymir,* tonante; *Beli,* muggente, boante; *Thiassi,* chiassoso, etc.: tutti nomi, che indicano sempre le manifestazioni più sensibili e vistose delle

eruzioni vulcaniche. E che anche questi miti abbiano per base la visione limpida e diretta delle cose naturali è provato dal fatto, che la patria dell'*Edda*, l'Islanda, ha vulcani alla pari della Grecia insulare e della Magna Grecia.

Simili rappresentazioni si trovano (v. A. A. Macdonell, *Vedic Mythology*, Strassburg, 1897) nella mitologia vedica, in cui la visione delle forme e dei fenomeni naturali assume proporzioni colossali, ben rispondenti alla grandiosità della natura, quale si presenta nell'Asia centrale e nell'India. Anche nel *Rigveda* dunque noi troviamo descritti gli dei come figli del cielo e della terra, che nella loro geminazione *Diâvâ-Prithivî*, sono spesso chiamati *Pitarâ, Mâtarâ, Janitrî,* cioè padri, madri, genitori; competendo solo ad essi il titolo *devaputre,* cioè che hanno gli dei per figli. Ed anche qui vediamo il possente e fulminante dio dell'atmosfera, *Indra,* aiutato da altre divinità o forze celesti, quali *Varuna* (Urano, lo spazio), *Agni* (ignis), *Surya* (il sole), *Maruts* (i venti), tutte cinte di luce e di splendore, combattere ed abbattere gli *Asuras,* le oscure forze della terra, i tenebrosi demoni degli abissi sotterranei, le montagne rigurgitanti acque e fiumi. Tra questi demonî il più notevole è *Vritra,* il serbatore dei fiumi, che nasconde le nuvole nel suo interno, descritto come un dragone, a simiglianza del Tifone dei greci. Poi c'è *Visvarupa,* con tre teste; *Svarbham,* l'ottenebrante; *Pipru,* l'antagonista; *Dhunî,* il tonante; *Varcin,* il lucente; *Sambara* e *Urana* con novantanove e cento braccia, etc. Però nella mitologia indiana, a differenza della greca, più che dei fenomeni vulcanici si ha una rappresentazione delle forze meteoriche, sismiche ed orogeniche, le quali avevano e hanno possente esplicazione nella catena del Himâlayo. Di ciò, p. es., ci danno prova i belli inni del *Rigveda* (II, 12; X, 44), in cui è detto, che Indra fermò i monti ed i piani, instabili e tremanti, e tagliò le ali alle montagne, le quali prima si mo-

vevano a loro piacimento e rendevano così la terra malferma: una stupenda mitificazione delle catene montuose, che dopo i loro corrugamenti orogenici, dovuti a forze sotterranee, si assodano e si fermano sotto l'imperio delle forze atmosferiche. Del resto, anche le forze vulcaniche possono aver dato materia a queste battaglie mitiche del *Rigveda.* Nelle montagne del Tienshan, a nord del bacino del Tarym, da cui forse provennero onde di immigrazione di popoli indoeuropei, esistono i vulcani constatati da Stoliczka, dei quali alcuni si trovano ancora allo stato di solfatara presso Urumtsi. Ed inoltre nel golfo del Bengala comincia con le isole di Barren e di Narcondam la colossale serie vulcanica, che si tende poi con arco gigantesco per le isole di Sumatra e di Giava. Ed infine sugli stessi trappi basaltici del Dekkan si trova (v. Oldham, *Geology of India,* Calcutta 1893, p. 19) qualche cratere-lago d'esplosione, di origine recentissima.

Tornando ora ai Titani, Ciclopi e Centimani, un'ulteriore prova della loro natura prevalentemente tellurica, cioè sismico-vulcanica, si ha nella titanomachia stessa, qual'è descritta da Esiodo ed accennata da Omero e da Eschilo. Riporto qui solo la scena finale di quella di Esiodo, tradotta da Leopardi:

Disse - Ascoltato il dir lodaro i Numi
Donatori dei beni; e più che pria
Guerra agognava il cor. Tutti quel giorno
Svegliâr femmine e maschi immensa zuffa
Gli Dei Titani e i di Saturno usciti
E i di sotterra da l'Erebo tratti
Per Giove in luce, orribili gagliardi,
Di sfolgorata possa. Cento mani
Lor gittavan le spalle; e questo a tutti;
E da le spalle a ciaschedun cinquanta
Teste nascean su le granate membra.
Fronteggiaro i Titani, tramenando
Ne la dogliosa pugna eccelse balze
Con le mani robuste. E di rincontro

Baldi i Titani ingagliardian le squadre;
E di possanza a un tempo opre e di mani
Sfoggiavan questi e quegli. Orrendamente
L'interminato ponto reboava,
Alto strepeva il suol, gemea squassato
L'aperto cielo, e a la divina foga
Da l'imo il vasto tracollava Olimpo.
Pervenne al buio 'nferno il poderoso
Crollo e 'l sonante scalpitar, lo sconcio
Dei vigorosi colpi rovinio,
Sì gli uni e gli altri i luttuosi dardi
Scagliavansi: e 'l clamor comune al cielo
Stellato aggiunse e lo stigarsi. Immani
Mettean grida pugnando. Allor non tenne
Giove più l'ira sua; d'ira colmossi
A Giove il cor subitamente. Tutta
Pompeggiava sua possa. Iva dal cielo
E da l'Olimpo insieme a la distesa
Lampeggiando. Volavan folti ratti
Al par col tuono e col baleno i fulmini
Da la gagliarda man, sacra volvendo
Fiamma. La vital terra divampata
Strepitava a l'intorno, e pel gran foco
La foresta latissima crosciava.
Bollìa tutta la terra e d'Oceàno
I flutti, e 'l mare immisurato. Avvolse
I terrestri Titani il caldo fumo;
E pervenne al divino aere la vampa
Infinita. Ai pugnanti ancorchè forti
Il corruscar de' fulmini e de' lampi
Abbarbagliava il guardo. Il soprumano
Incendio impigliò 'l Caos. E di rimpetto
Veder con gli occhi, ed ascoltar la voce
Con gli occhi parea; qual s' incombesse
Sopra la terra il vasto ciel: che tal
Darian tremendo fracasso, la terra
Sprofondando, e inseguendola da l'alto
Il Cielo: e tal de la divina mischia
Era il fragore. In un destava il vento
Sbattito polverío, tuon, lampo, ardente
Fulmin, saette del gran Giove, e al mezzo
Cacciava lo stridor, lo schiamazzío
D'ambe le parti. De l'orrenda zuffa
Sorgea 'l trambusto immenso, e de le prove
La fortezza apparia. Piegò la pugna.

Ambo di pari ne la forte guerra
Fino allor combattuto a fermo piede
Avean: ma rinfrescâr l'amara lutta
De la battaglia insaziabil Gige
E Cotto e Briareo. De la frontiera
Con le robuste man trecento pietre
Lanciavan tutta fiata, ed i Titani
Di frecce intenebravano: che sotto
La vasta terra da lor possa vinti
Gittâr benchè traforti, e con acerbe
Catene inferriâr tanto sotterra
Quando da terra il ciel distà; che pari
Spazio la terra e 'l negro Erebo parte.

È mai possibile, che questa grandiosa titanomachia, durata, secondo Esiodo, dieci enneateridi, in cui le divinità celesti ed atmosferiche entrano in formidabile conflitto con le violenti forze, che escono dagli abissi della terra, dove sono poi di nuovo ricacciate, non rappresenti altro, come vorrebbe Preller, che una tempesta accompagnata da terremoto sulle pendici dell'Olimpo e sui pini di Tessaglia? Anzi, essa è una stupendissima figurazione d'una grande conflagrazione vulcanica, trattata miticamente, invece che figurativamente, come fecero più tardi Pindaro ed Eschilo nel descrivere le eruzioni dell'Etna, od idealisticamente, come ha cantato recentemente Leopardi, allorchè aveva innanzi agli occhi non battaglie di immaginari giganti, ma le reali eruzioni del Vesuvio.

Una conferma a questa interpretazione della titanomachia è data dalla tradizione più popolare della gigantomachia (illustrata dai magnifici rilievi dell'altare di Pergamo), la quale da Preller e da altri è comunemente riconosciuta come una rappresentazione di fenomeni vulcanici, specialmente dell'Italia meridionale, che ancora forse serba nei campi omonimi il ricordo della pugna di Flegra. Eppure la gigantomachia non è che una riproduzione, mutato nomine, della titanomachia. Altrettanto dicasi del mito di Tifeo o Tifone, che nella descrizione

di Esiodo dà un'immagine completa della forma, dell'azione e della genesi di un vulcano, e che nelle posteriori descrizioni di Omero, Eschilo, Pindaro, etc. si può addirittura identificare con l'attività vulcanica, quale dall'Etna va fino all'isola d'Ischia.

In quanto ai Ciclopi, di cui l'unico occhio circolare può essere identificato solo con i crateri dei vulcani, essi anche nel IX libro dell'*Odissea* sono descritti in modo da non lasciare alcun dubbio sulla loro natura vulcanica; ed anche qui Preller cade in errore, ritenendoli personificazioni di forze nettuniche, delle onde del mare. Il mare, per quanto misterioso e possente, è pur sempre luminoso e sereno, come il cielo, e non può dare origine a troppo orribili immaginazioni. Anzi, quasi tutti i suoi miti hanno in generale la bellezza di Afrodite, la grazia di Galatea, la seduzione delle sirene, la ridente multiformità di Proteo e la forza esultante dei cavalli di Nettuno. E se Omero chiama i Ciclopi figli di Poseidone, ciò vuol dire soltanto che i vulcani stanno nel mare o presso il mare e hanno quindi con l'acqua quelle relazioni di parentela, che anche la moderna scienza loro giustamente riconosce. E la descrizione che Omero stesso dà (libro IX, v. 106 segg.) dei superbi Ciclopi, eguali in forze agli dei immortali, sparsi senza ordine e senza legge sulle cime dei monti, in una terra fertilissima, che senza essere arata e seminata, con il solo aiuto della pioggia produce in copia da sè grano, orzo, viti e vino generoso, a cui però gli uomini non ardiscono accostarsi, per paura dei terribili giganti dal grande occhio rotondo, occupanti quelle cime: tale descrizione, dico, corrisponde così esattamente alle contrade dell'Etna, sparse di centinaia di coni craterici in alto e virenti di rigogliosissima vegetazione in basso, da non lasciar dubbio sull'origine vulcanica delle figure dei Ciclopi nell'*Odissea*. Gli stessi pericoli corsi da Ulisse, di essere prima divorato e poi

schiacciato dalle pietre lanciate da Polifemo (il multiloquente), concorrono a questa dimostrazione. E, quantunque Platone ed Aristotele si siano giovati della descrizione omerica, per dare nei Ciclopi l'immagine di un popolo senza leggi e senza costumi; ciò non ostante, i poeti posteriori (Euripide, Ovidio, Virgilio, etc.) hanno riportato alle loro giuste origini quegli esseri, collocandoli sulle spalle dell'Etna, di cui sono infatti la personificazione. Chiunque ha fatto l'ascensione dell'Etna, della colonna del cielo di Pindaro, ha ammirato dalla sua cima le centinaia di κύκλωπες, (occhi circolari), che dal cratere centrale si stendono giù per le late spalle senza ordine e senza legge e finiscono con lo sparire nella verde zona lussureggiante, che cinge il colosso siciliano; e, se anche egli sia immemore della mitologia greco-italica, il paese di Bronte, attaccato alle falde occidentali, ed i negri scogli dei Ciclopi, emergenti ad oriente dal mare, a poca distanza della nera rupe di Aci, gli ricorderanno che quella appunto è la terra famosa,

> Nel cui sereno mar Galatea vive
> E su' monti Aci.

Del resto, il più antico ed esatto interprete del mito vulcanico dei Ciclopi è stato, come dianzi accennavo, Virgilio nei famosi versi 416-422 del libro VIII dell'*Eneide*:

> Insula Sicanium iuxta latus Aeoliamque
> erigitur Liparen, fumantibus ardua saxis:
> quam subter specus et Cyclopum exesa caminis
> antra Aetnea tonant, validique incudibus ictus
> auditi referunt gemitum, striduntque cavernis
> stricturae chalybum, et fornacibus ignis anhelat;
> Vulcani domus, et Vulcania nomine tellus.

Ed il migliore interprete moderno dello stesso mito è stato anche un poeta, Giovanni Pascoli, il diretto erede spirituale di Virgilio. Pascoli in due canti dei suoi *Poemi conviviali*,

ricorda, descrive ed interpreta mirabilmente i Ciclopi come fenomeni eruttivi. Nel canto *Il poeta degli iloti* riprende il tema della titanomachia, cantato da Esiodo, e lo rifà con conscienza di poeta moderno, esperto di sapere geologico, in modo che attraverso il velo del mito poetico sfavilli il fenomeno naturale :

E quel canto parlava della Terra
dall' ampio petto, che, infelice madre,
nell' evo primo non faceva che mostri,
orrendi enormi, e li tenea nascosti
in sè, perchè non li vedesse il Cielo.
E lei guardava coi mille occhi il Cielo,
molto in sospetto, che l' udìa sovente
gemere e la vedea scotersi tutta
per la strettura ; e venir fumo fuori
nel giorno e fiamme nella nera notte.
Al fin la Terra spinse fuor d' un tratto
la grande prole ; e con un grande sbalzo
sorsero i monti dalle cento teste,
e d' ogni testa usciva il fumo e il fuoco,
che tolse il giorno e insanguinò la notte!
E non era che notte, risonante
di strida, rugghi, sibili, latrati,
e già non altro si vedea, che i mostri
lambersi il fuoco con le lingue nere.
E i mostri urlando massi ardenti al Cielo
avventarono ; e il Cielo, arso dall' ira,
spezzò le stelle e ne scagliò le scheggie
contro la Terra, e in una notte d' anni
tra Cielo e Terra risonò la rissa.
Qua mille bracci si tendean nell' ombra
coi massi accesi, e mille urli ad un tempo
uscian con essi ; ma dall' alto gli astri
pioveano muti con un guizzo d' oro.
E il masso a volte si spezzò nell' astro.
E sfavillante un polverio si sparse
nel nero spazio, come la corolla
d' un fior di luce che per un momento
illuminò gli attoniti giganti,
e il mare immenso che ondeggiava al buio,
e in terra e in aria rettili deformi,
nottole enormi ; e qualche viso irsuto
di scimmia intento ad esplorar da un antro.

E poi fu pace. Ed ecco uscì dall' antro
il bruto simo, e nella gran maceria,
dove sono i rottami anche del Cielo
frugò scavò raspò, come fa il cane
senza padrone, ove si spense un rogo.
E fruga ancora e raspa ancora e scava
ancora. Ma dal Cielo ora alla Terra
sorride il sole e piange pia la nube.
È pace. Pur la Terra anco ricorda
l' antica lotta, e gitta fuoco, e trema.
E al Cielo torna l' ira antica, e scaglia
folgori a lei con subito rimbombo.
È pace sì, ma l' infelice Terra
è sol felice, quando ignara dorme;
e il Cielo azzurro sopra lei si stende
con le sue luci, e vuol destarla e svuole,
e l' accarezza col guizzar di qualche
stella cadente, che però non cade.

Così Pascoli tratta in questo canto il mito antichissimo con forma e conscienza moderna, rivelandone chiara la genesi geologica. Nell'altro canto, *L'ultimo viaggio*, egli mostra come al mito antico sia succeduta la conoscenza empirica moderna dei fenomeni naturali. Ulisse vecchio torna a fare il suo viaggio ed approda alla terra dei Ciclopi, dove però invece di Polifemo trova un pastore con le sue greggi, la sua moglie ed i suoi figli. Ed Ulisse gli chiede dei Ciclopi:

Ospite, dimmi, io venni di lontano,
molto lontano; eppur io già, dal canto
d' erranti aedi, conoscea quest' antro.
Io sapea d' un enorme uomo gigante
che vivea tra infinite greggie bianche,
selvaggiamente, qui su i monti, solo
come un gran picco; con un occhio tondo....
che avea solo un occhio tondo, in fronte,
come uno scudo bronzeo, come il sole,
acceso, vuoto. Verga un pino gli era,
e gli era il sommo d' un gran monte, pietra
da fionda, e in mare li scagliava, e tutto
bombiva il mare al loro piombar giù....

E il pastore, tra i suoi pastorelli,
pensava, e disse all'altocinta moglie:
Non forse è questo che dicea tuo padre?
Che un savio c'era, uomo assai buono e grande,
per qui, Telemo Eurymide, che vecchio
dicea che in mare piovea pietre, un tempo,
sì, da quel monte, che tra gli altri monti
era più grande; e che s'udian rimbombi
nell'alta notte, e che appariva un occhio
nella sua cima, un tondo occhio di fuoco....
Indi più lungi navigò, più triste,
E stando a poppa il vecchio eroe guardava
sicuro verso la terra dei Ciclopi,
e vide dal cocuzzolo selvaggio
del monte, che in disparte era degli altri,
levarsi su nel roseo cielo un fumo,
tenue, leggiero, quale esce su l'alba
dal fuoco che al pastore arse la notte.
Ma i remiganti curvi sopra i remi
vedeano, sì, nel violaceo mare
lunghe tremare l'ombre dei Ciclopi
fermi sul lido come ispidi monti.
E il cuore intanto ad Odisseo vegliardo
squittiva dentro, come cane in sogno:
Il mio sogno non era altro che sogno;
e vento e fumo. Ma sol buono è il vero.

Ecco dunque come un grande poeta moderno, porgendo direttamente la mano agli antichissimi vati, suoi antecessori spirituali, ci ha saputo dare, meglio di tanti scienziati, la rappresentazione perfetta e l'interpretazione esatta delle visioni naturali, da cui scaturirono i primi miti geologici.

Ma intanto le visioni naturali, che avevano animato queste belle, primigenie forme d'arte, cominciavano anche a dare le basi per la costruzione di vaste concezioni filosofiche ed i punti di partenza per i numerosi fili analitici delle minute osservazioni scientifiche.

Tra il sesto ed il quinto secolo prima dell'era volgare vi fu infatti nelle valli dell'Indo e del Gange e sulle sponde del

Mediterraneo tale un'enorme e contemporanea fioritura di poderose menti filosofiche e di luminosi geni artistici, da non aver pari in tutta la storia della terra e da trovar solo un certo riscontro nella superba fiorita del rinascimento. Come ai sette vati dell'India corrispondevano presso di noi i sette sapienti della Grecia, così alle scuole di filosofia brahmanica, buddhista e jainista facevano qui riscontro i filosofi naturali della scuola jonica, a cui in Grecia tennero dietro Socrate e Platone, mentre in Magna Grecia facevano eco la scuola crotoniate di Pitagora e l'eleatica di Parmenide e la voce solitaria e posente di Empedocle. Tutti costoro accolsero nelle menti profonde la visione geologica del mutarsi continuo della terra e la parteciparono con alate parole, che trascorsero poi con fremiti lunghi attraverso i millenni sui versi dei vati, superando le tenebre medioevali e le limitazioni aristoteliche e bibliche e giungendo così fino agli spiriti nostri moderni, in cui destarono ammirazione pel pensiero antico e sprone per indagini nuove.

Assai noti ci sono i pensamenti, dirò così, geologici degli antichi filosofi greci, rivissuti per noi nel canto di Lucrezio e di Ovidio. Meno noti ci sono quelli dei loro contemporanei indiani, tra i quali il più conosciuto ora in occidente è il Savio della stirpe dei Sakya, l' asceta Gotamo, comunemente noto sotto l'epiteto di Buddho, lo Svegliato, e di cui la dottrina ci è stata principalmente schiusa dalla gigantesca opera di traduzione di Karl Eugen Neumann.

La dottrina buddhista, ossia l' insegnamento di Gotamo Buddho, quantunque sia essenzialmente una dottrina ascetica, pensata e praticata per liberarsi dal dolore del mondo, ha alcuni postulati scientifici, che si accordano pienamente cón i risultati del pensiero moderno. Tra questi postulati ve n'è uno, che può valere come il fondamento della geologia. Esso è quello della instabilità, impermanenza, mutabilità e continuo

divenire di tutti i processi dell' universo, che è concisamente espresso nel verso 277 del *Dhammapadam* ed in altri punti dei testi buddhisti e suona : *Sabbe saṅkhârâ aniccâ*; che letteralmente tradotto significa : *omnia confecta instabilia*. Giacchè i buddhisti, ben diversamente da noi, che parliamo sempre di *essere*, di *ente*, di *cose* stabili, non vedono nell'universo altro che un continuo divenire di processi instabili, confezionati da mutevoli energie, in modo che niente nel mondo sia veramente durevole, ma tutto sia un eterno trapasso da composizione a scomposizione e ricomposizione, secondo lo schema indicatoci anche da Sallustio con la sua frase concisa : *omnia orta occidunt*.

Ora questo pensiero dell'*aniccam*, della instabilità, così diametralmente opposto a quello della stabilità biblica, può valere, come dicevo, quale un postulato della geologia; perchè in nessuna altra scienza questo principio dell'eterno divenire ha tanto valore quanto nella geologia, la quale non è che la storia o la visione della continua mutabilità, cui è stata, è e sarà soggetta la superficie, inorganica ed organica, della terra.

Nessuna maraviglia quindi, che nei discorsi di Buddho, così compenetrati di tale principio dell'instabilità, si trovino, sotto forma di paragoni, espresse visioni della terra, molto più conformi a quelle della moderna geologia che non altre, manifestate posteriormente nei due millenni e mezzo, che separano noi dal tempo dell'asceta indiano. Ne riporterò, come saggio, solamente qualcuna.

Anzitutto il principio della mutabilità è applicato a tutte le forme dell'essere con questo paragone, p. es., che si trova nel *Samyuttakanikayo*, tratto anch'esso dalla visione di fenomeni naturali : « Così come quasi se un uomo di buona vista percepisse, esaminasse profondamente le molte bolle di schiuma, travolte da questa corrente del Gange, e si accorgesse, dopo il suo profondo esame, che esse sono completamente vane,

transitorie, insussistenti — perchè, come potrebbe esservi un nucleo persistente nelle bolle di schiuma? — or così anche appunto un asceta percepisce tutte le forme del passato, del futuro, le vicine e le lontane, le osserva, le esamina profondamente e si accorge, dopo il suo profondo esame, che tutte le forme sono completamente vane, transitorie, insussistenti: come potrebbe, infatti, esservi nelle forme un nucleo persistente? O così come quasi se un uomo di buona vista in autunno, nella stagione delle piogge, quando le nubi rovesciano diluvi di acqua, percepisse in questa la finissima spuma, che sprizza e ricade, la osservasse, esaminasse profondamente e si accorgesse, dopo il suo profondo esame, che essa è completamente vana, transitoria, insussistente: or così anche appunto un asceta percepisce ogni sentimento... Così vedendo, così riconoscendo, l'intelligente santo uditore diviene sazio e fastidito della corporeità, della sensazione, della percezione, delle distinzioni e della conscienza; divenuto savio, egli prova nausea verso ogni modo di essere e con la sua santa vita si redime. Nel redento è la redenzione: questa cognizione sorge. Esausta è la vita, compiuta la santità, operata l'opera, non esiste più questo mondo: comprende egli allora ». Ed ecco come il principio fondamentale delle mutabilità è applicato dal Buddho, come dicevo, per un altissimo fine ascetico.

Ma questo principio è applicato anche, nei paragoni, a quelle che si possono chiamare visioni geologiche della terra. La terra, come pianeta e come materia, è qualche volta assunta come idea in sè, sfrondata di tutti gli innumerevoli e mutevoli accidenti esteriori. Tale è indicata, p. es., in questo paragone del discorso 121° del *Majjhimanikâyo*: « Come una pelle di toro col raschiatoio viene ben lisciata, spianata delle rughe: così da questa terra con lo spirito si toglie tutto ciò che v'è di alture e profondità, di corsi di fiumi, di regioni deserte e selvose, di

monti e di valli, e si assume il pensiero ' terra ' come unico oggetto ». Questo pensiero « terra » serve per identificare la materia mutabile del proprio corpo con quella della terra e dell'universo. Ma sulla terra quel che soprattutto colpisce è la continua mutabilità. Essa è mirabilmente espressa, nella strofa 1133 dei *Theragâthâ*, in un canto di Tâlaputo, un discepolo del Buddho: « Montagne, mari, fiumi, pianure, oriente, austro, occidente, settentrione; e sopra, sotto, in lungo ed in largo, mutabile è tutto, ferito a morte è il mondo! Dove vuoi tu, povero cuore, ricoverarti, esser felice? » Quasi come un'eco di questo canto risuonano le parole, che Shakespeare fa pronunziare ad Enrico IV nella seconda parte della sua tragedia, atto III, v. 45-56: « O cielo! se uno potesse leggere il libro del fato, e vedere il rivolgimento dei tempi livellare le montagne, ed il continente, stanco di solida fermezza, fondersi esso stesso nel mare! e, in altri tempi, vedere la cintura di spiagge dell'oceano troppo ampia pei fianchi di Nettuno; come i casi ingannano, ed i cambiamenti empiono la coppa dell'alterazione con diversi liquori! O, se questo si vedesse, la più felice giovinezza, guardando attraverso il suo procedere, quali perigli passati, quali pene da seguire, chiuderebbe il libro, lo deporrebbe e morrebbe ». Ecco come i due grandi geni, a migliaia di anni e migliaia di miglia di distanza l'uno dall'altro, hanno tratto dalla stessa visione geologica della mutabilità della terra la medesima conclusione morale.

Per questo stesso fine morale il Buddho dà nel *Samyuttakanikâyo* (vedi Neumann, *Buddhistische Anthologie*, Leiden 1892, pp. 167 e 194) la seguente visione grandiosa della transmutabilità della terra, sia nella parte inorganica che nell'organica: « Senza principio e fine, voi discepoli, è questo universo, inconoscibile è il cominciamento degli esseri avvolti dall'ignoranza, che, tratti dalla sete d'esistenza sempre ed an-

cora sempre a rinnovata nascita, s'affrettano pel giro infinito della rigenerazione. Viene un tempo, voi discepoli, in cui il grande mare si esaurisce, si asciuga, non è più; viene un tempo in cui i più alti monti, i re dei monti, sono consumati, distrutti, non sono più; viene un tempo, in cui la grande terra è consumata, distrutta, non è più: ma non v'è una fine del dolore per gli esseri avvolti dall'ignoranza, che, tratti dalla sete dell'esistenza sempre ed ancora sempre a rinnovata nascita, si affrettano pel giro infinito della rigenerazione. Così come quasi, voi discepoli, se uno scavasse la grande terra e l'ammucchiasse in un'altra terra pugno per pugno, dicendo: Questo è mio padre, questo è il padre di mio padre, e così via; non vi sarebbe certo da vedere alcuna fine dei padri del padre di quest' uomo; ma certo finirebbe, si consumerebbe la terra, e perchè? Perchè senza principio nè fine, voi discepoli, è questo universo, ed inconoscibile è il cominciamento degli esseri avvolti dall' ignoranza, che, tratti dalla sete di esistenza sempre ed ancora sempre a rinnovata nascita, s'affrettano pel giro infinito della rigenerazione. E così voi avete, o discepoli, per lungo tempo sofferto dolore, sofferto strazio, sofferto infelicità ed avete ingrossato il cimitero: abbastanza lungamente, invero, per essere insoddisfatti di ogni esistenza, abbastanza lungamente per rivolgersi da tutto l'essere, abbastanza lungamente per redimersi da esso. Che pensate, voi discepoli, che sia più: il sangue da voi su questa lunga via versato, affrettandovi da nuova nascita a nuova morte, come animali e come uomini, o l'acqua contenuta nei quattro grandi mari? Che pensate, voi discepoli, che sia più: il flutto di lacrime da voi su questa lunga via versato, affrettandovi da nuova nascita a nuova morte, unendovi col non desiderato, separandovi dal desiderato, gemendo e piangendo, o l'acqua accolta nei quattro grandi mari? Per lungo tempo, o discepoli, voi avete sofferto morte di madre, di padre,

di figli, di fratelli; per lungo tempo avete patito perdita di averi; per lungo tempo foste oppressi da malattia; e mentre vi toccava la morte della madre, del padre, dei figli, dei fratelli, la perdita dell'avere, lo strazio della malattia, mentre eravate uniti al non desiderato e separati dal desiderato, voi, affrettandovi da nuova nascita a nuova morte, avete veramente su questa lunga via versato più sangue e più lacrime, che non sia contenuta acqua nei quattro grandi mari ». Nel sentire questo paragone delle lacrime col mare, tornano in mente le parole di Lucifero ad Ada nel *Caino* di Byron: « Ahimè: quelle lacrime! se tu sol conoscessi che oceani ne saranno sparsi! — Da me? — Da tutti! — Quali tutti? — I milioni dei milioni, le miriadi delle miriadi, la terra popolata, la terra spopolata, e l'inferno strapopolato, di cui il tuo seno è il germe ». Così, come pur dianzi per Shakespeare, ora per Byron si deve notare la singolare coincidenza dei loro pensieri moderni con l'antica concezione di Buddho, elevata sopra una così grandiosa visione geologica della vita sulla terra.

Il concetto del transformarsi continuo della terra è anche espresso nel discorso 28° del *Majjhimanikâyo* con le seguenti concise parole, in cui è messa a confronto la caducità della terra esteriore, costituente il nostro pianeta, con quella della materia terrestre interiore, da cui è formato il nostro corpo: « Vi sono tempi, in cui le acque esteriori s'innalzano e la terra esteriore quindi scompare. In questa terra esteriore, ch'è sì grande, caducità viene dunque a mostrarsi; viene a mostrarsi, che anch'essa è soggetta alle leggi della distruzione, della dissoluzione, del mutamento: e di questo corpo qui, alto otto palmi, un prodotto della sete d'esistenza, di esso varrebbe ' Io ' o ' Mio ' o ' Sono '? Piuttosto ' Niente è suo ' vale in realtà ». Ed in un discorso del *Samyuttakanikâyo* (XV, 5, 6) sono anche espressi i processi lentissimi e pur potenti delle trans-

formazioni telluriche : « Così come quasi vi fosse una grande montagna, formata da roccia compatta, lunga un miglio, larga un miglio, alta un miglio, senza spaccature, grotte o caverne, ed ogni cento anni venisse un uomo e la sfiorasse con la sua veste di seta ; quella montagna formata dalla grande roccia compatta finirebbe per tale causa col logorarsi, e si consumerebbe più rapidamente d'un ciclo mondiale : tanta è la lunghezza d'un ciclo mondiale. Eppure molti di tali cicli hanno rotato, e molte centinaia di cicli, e molte migliaia di cicli, e molte centinaia di migliaia di cicli. E perchè dico ciò ? Perchè senza principio nè fine è questo giro dell' universo, e non è discernibile il cominciamento degli esseri avvolti di ignoranza, che, tratti dalla sete d'esistenza sempre ed ancora sempre a rinnovata nascita, s'affrettano pel giro infinito della rigenerazione. Tanta è la lunghezza del tempo, durante il quale miseria e dolore sono durati ed i cimiteri si sono colmati : abbastanza lungo, invero, per divenire insoddisfatti d' ogni forma d' esistenza, abbastanza lungo per rivolgersi da tutto l'essere, abbastanza lungo per redimersi da esso ». In questo paragone il contenuto geologico non potrebbe essere più preciso e profondo. Anzitutto, il principio della potenza delle cause minime e dei lenti mutamenti, che è il fondamento della geologia di Lyell, è in esso lucidamente esposto mediante il confronto con la veste di seta, che viene a toccare la grande compatta montagna una volta sola ogni cento anni e pur finisce, nel corso dei tempi, col consumarla e distruggerla. Inoltre la lunghezza geologica, già smisurata, occorrente al consumarsi di quella montagna per sì lieve e lenta causa, è considerata come un attimo, un bruscolo, un niente rispetto al tempo necessario ai cicli dell'evoluzione cosmica, alle formazioni e dissoluzioni dei mondi. Le quali da quegli antichi indiani erano immaginate con una fantasia forse anche superiore, certo non

inferiore, a quella, da cui è vivificata la grande teoria celeste di Kant e di Laplace.

Per darne una prova riporto qualche frammento della storia buddhista della formazione del mondo, qual'è esposta nell'*Agaññasutham* del *Dîghanikâyo*, recentemente tradotto da K. E. Neumann e pubblicato, postumo, nel terzo volume della sua opera *Die Reden Gotamo Buddho's aus der längeren Sammlung*, München, Piper, 1918. La concezione, completamente ateistica, è assai diversa da quella della *Genesi*, trasmessaci dal cristianesimo, e rassomiglia alle moderne ipotesi scientifiche sulle formazioni dei mondi celesti: « Viene un tempo, in cui qua e là, nel corso di lunghi mutamenti, questo mondo si aggrega. Quando il mondo si aggrega, si aggregano per lo più gli esseri insieme come lucenti. Essi sono spiritali, girano lucendo da sè nello spazio, persistono attraverso lunghi mutamenti. Viene un tempo, in cui qua e là, nel corso di lunghi mutamenti, questo mondo si disgrega. Quando il mondo si disgrega, gli esseri per lo più, svaniti dalle file dei lucenti, giungono quaggiù in esistenza. Essi sono ancora spiritali, consistono in bellezza, persistono attraverso lunghi mutamenti. Solamente acqua però s'è formata in quel tempo, profondamente oscura, oscurissima tenebra: non v'è luna nè sole, non stelle e pianeti, non notte nè giorno, non mesi e settimane, non vi sono anni e stagioni, non v'è maschio nè femmina: gli esseri sono solamente ancora esseri ». Ed ecco che sull'acqua, dopo lunghi mutamenti, appare la prima terra, e sulla terra, dopo altri lunghissimi mutamenti, la prima vegetazione; mentre, svanito lo splendore degli esseri terrestri, erano apparsi luna e sole, stelle e pianeti, notti e giorni, settimane e mesi, stagioni ed anni. Ma il mondo continua a disaggregarsi, fino alla distinzione degli esseri ed alla distinzione dei sessi nell'uomo e nella donna. « Nella donna ecco si palesa il sesso femminile, nell'uomo il sesso maschile.

La donna ora ha guardato impudica verso l'uomo, e l'uomo verso la donna. Come essi si sono guardati l'un l'altro impudicamente, è sorta l'eccitazione, e desiderio ardente ha afferrato i corpi. Tratti dal desiderio ardente essi si sono accoppiati ». Di qui cominciano a nascere e svolgersi tutte le forme dell'umanità, dalle più umili alle più alte, dalle peggiori alle migliori e da queste di nuovo alle pessime, che sono descritte con un naturalismo, scevro di teismo, analogo a quello concepito da alcune delle antiche filosofie greche e trasmesso a noi per diretto tramite dai poeti e scrittori latini.

Perchè nel bacino del Mediterraneo, e propriamente nella Grecia e nella Magna Grecia, ossia nell'Italia meridionale, si svolgeva un ordine di pensieri filosofici, analogo a quello indiano, proprio mentre nell'India viveva ed insegnava Gotamo Buddho. Questi visse tra il 560 ed il 480 avanti Cristo, ossia proprio in quel periodo di tempo, nel quale presso di noi fiorivano le scuole ionica, pitagorica, eleatica, etc., nelle quali splendono come figure di prima grandezza Talete, Anassimandro, Anassimene, Xenofane, Eraclito, Pitagora, Parmenide ed Empedocle. Tutti questi pensatori ebbero come oggetto di cogitazione principalmente la natura e ci diedero su questa una serie di pensieri, che preludono a molti postulati delle moderne scienze, e quindi anche della geologia, e spesso coincidono con i simili pensieri espressi contemporaneamente nell'India. Ma, per ciò che riguarda più strettamente la geologia, non troviamo presso questi pensatori nostri formulata così nitidamente e profondamente, come nell'India, la legge della continua mutabilità, nè espressa con tanta chiarezza quella del corso lunghissimo dei tempi e dell'azione irresistibile delle piccole cause, che sono veramente le basi della moderna geologia. Però altri principî, come quello dell'eterno divenire di Eraclito, ed i pensieri sull'origine del mondo e dell'uomo e sulla posizione

della terra nell'universo, rappresentano ancora, dopo due millenni, i cardini su cui si muove la moderna scienza. Questo indirizzo naturalistico della filosofia greca antica, interrotto ed affiancato dal movimento logico, dialettico ed etico dei sofisti, socratici e platonici, rinverdì poi nella scuola epicurea e nella stoica, a cui quindi s'informò la sapienza e la scienza latina; mentre i diversi fili del pensiero greco si accoglievano ed intrecciavano nella grande enciclopedia scientifica di Aristotele, alla quale si attaccò invece la scolastica medioevale.

Per ciò che riguarda le osservazioni analitiche di geologia, già fatte da quei grandi pensatori greci, si può ricordare che già Xenofane di Colofone, morto nel 480 a. Cr., aveva notato la presenza di conchiglie fossili nelle colline interne di Malta e le aveva ritenute come prove dell'immersione della terra. Così Xanto di Lidia avendole trovate, come ci riferisce Strabone, nell' Armenia, ed Eraclito nell' oasi di Giove Ammone, ne avevano concluso, che il mare prima aveva soggiornato su quelle terre. Simili osservazioni furono fatte da Eratostene, da Stratone e da Strabone, che nel XVII libro della sua geografia già scriveva: « ognuno ammetterà, che in vari periodi una grande parte del continente è stata coperta e poi di nuovo lasciata a secco dal mare... tutte le cose sono continuamente in moto e subiscono grandi cambiamenti: molta parte della terra essendo mutata in acqua e molta acqua cangiata in terra ». Il fondamento di questi pensieri si trova già espresso da Aristotele nel libro I, 14, nella sua opera meteorologica: « Il mare ora copre tratti che erano prima terra asciutta, e terra riapparirà un giorno dove noi ora troviamo mare. Noi dobbiamo guardare queste mutazioni come seguentisi l'una l'altra in un certo ordine e con una certa periodicità, vedendo che l'interno del globo, come i corpi degli animali e delle piante, ha i suoi periodi di vigore e di declinazione, con questa differenza, però, che

mentre un organismo fiorisce e poi muore, la terra si muta solo localmente. Questi fenomeni sfuggono alla nostra attenzione, perchè essi si svolgono successivamente durante periodi di tempo, che, in paragone della nostra breve esistenza, sono immensamente lunghi ». Aristotele però, mentre è uno straordinario osservatore analitico e raccoglitore di osservazioni altrui, non è così profondo indagatore delle cause e dei processi di natura. Quindi la sua filosofia finì col trovarsi di accordo, durante il medio evo, con la scienza e la scolastica araba e cristiana, derivanti le loro cognizioni naturali dalla limitata concezione della genesi biblica; mentre i più profondi pensieri dei suoi predecessori e contemporanei informarono la filosofia latina, da Lucrezio a Marcaurelio, e rigermogliarono poi con la splendida fioritura del nostro rinascimento, culminando, in scienza e filosofia, nei due geni di Leonardo da Vinci e Giordano Bruno.

Naturalmente, i germi del panteismo stoico e dell'ateismo epicureo, trapiantati nel suolo italico, diedero qui piuttosto che nel loro luogo d'origine i migliori frutti, perchè trovarono in Italia e nei popoli italici l'ambiente naturale, intellettuale e morale, in cui poterono liberamente e pienamente svolgersi e far sì che l'Italia divenisse, avendo considerazione all'argomento che si riguarda, la vera culla dei principî fondamentali della geologia. L'Italia infatti, per la sua configurazione geografica, la costituzione geologica e l'indole dei suoi abitatori è senza dubbio il paese della terra più adatto al sorgere delle grandi concezioni naturali, specialmente geologiche. Che questo non sia un vano giudizio, dettato dalla mia natura di italiano, è provato da queste pagine, che qui mi piace di riportare, di una bellissima recente opera di uno straniero, uno dei principi della geologia moderna: *The love of Nature among the Romans*, di sir Archibald Geikie, London, Murray, 1912, pp. 13 e segg. — È infatti inconcepibile, scrive sir Archibald Geikie in queste

pagine, come un popolo intellettuale possa dimorare in una terra quale l'Italia senza essere direttamente e potentemente impressionato dalle varie fattezze naturali circostanti e senza trovare, per tali impressioni e sentimenti, forme letterarie adatte insieme al soggetto ed al genio della sua lingua. Probabilmente nessuna parte d'Europa è più eminentemente atta a destare entusiasmo nazionale, ad eccitare lo sviluppo d'uno spirito patriottico ed a stimolare, al tempo stesso, l'amore della natura. L'Italia include una parte della più alta catena di montagne del continente; è traversata da ampli fiumi; comprende numerosi laghi, alcuni racchiusi tra i monti settentrionali, altri, verso mezzogiorno, annidati nei crateri di estinti vulcani. Dalle fresche fonti muscose dei colli, rivi serpeggianti scendono nei piani. La forma geografica e la posizione della penisola le ha dato un dolce clima (indulgentia caeli), ma con limiti abbastanza estesi, per assicurare una piacevole varietà di vegetazione. Il suolo nelle aree coltivabili è generalmente fondo e fertile, concedendo ogni specie di raccolto, come i più scelti fiori e frutti. D'ambo i lati della penisola una costa di lunga estensione e di infinita varietà, è bagnata dai due ampli mari del Mediterraneo, che nella loro superficie riflettono l'azzurro profondo del cielo italiano. Alcune delle fatture fisiche della regione hanno indubbiamente avuto una potente influenza sulla storia e lo sviluppo dei suoi abitanti. Tra queste fatture ha avuto speciale importanza la rotta ed aspra catena dell'Apennino, che corre lungo tutta la penisola. Nei tempi primitivi essa divideva l'una dall'altra le varie tribù. Per gli abitanti dei piani lungo i due fianchi di questa grande spina dorsale, il paesaggio è stato sempre limitato da una montuosa distanza da un lato e dallo splendore del mare aperto dall'altro. Le bassure occidentali sono variate da molte eminenze isolate, sulle cui sommità fin dall'origine furono costruite cittadelle, e da molti gruppi di colli, sulle cui ripide

pendici si sono arrampicate, da tempo immemorabile, piccole città (scandentes de vallibus arces), che sono ancora abitate e formano un elemento così caratteristico e delizioso del paesaggio italiano. Dalla frontiera settentrionale, con le sue Alpi nevose e coperte di pini, il viaggiatore, procedendo verso mezzogiorno, passa, attraverso le ricche terre di grano, i campi di riso e le piantagioni di gelsi della pianura padana, ai fianchi dell'Appennino, coi loro boschi e prati, vigneti ed oliveti, che lo accompagnano per miglia e miglia, finchè egli si trova tra le palme, gli aranci, i limoni, i mirti, i lauri e le altre piante caratteristiche delle provincie meridionali. A ciò si aggiunga una caratteristica, che distingue l'Italia dal resto d'Europa, ossia la energia vulcanica, di cui la regione è stata il teatro molto tempo prima dell'avvento della più antica popolazione umana. Le eruzioni dell'Etna erano una fonte di maraviglia e di terrore attraverso il bacino del Mediterraneo prima dell'aurora della storia. Rese note al mondo ellenico dai coloni e mercanti greci, esse diedero un tema ai poeti greci, prima che un cantore latino sorgesse a ricordarne i terrori. E non solo in Sicilia avevano luogo tali manifestazioni di commozione sotterranea. Le isole di Lipari e di Vulcano occasionalmente scoppiavano in eruzioni. Stromboli, che è sempre attivo, appare di essere stato tale fin da quando se ne hanno ricordi storici. Ischia, anche, è stata sempre di nuovo scena di scoppi distruttori. Nè è improbabile, che alcuni degli ora estinti crateri della Campania, del Lazio e della Toscana, continuassero le loro eruzioni dopo che gli abitanti aboriginari erano apparsi tra essi, perchè ancor oggi le emissioni di acque calde e di vapori solfurei e mefitici provano che ivi sotto la superficie covano i fuochi sotterranei, di cui i Campi Flegrei ed il Vesuvio danno prova manifesta. Inoltre l'Italia dai tempi più remoti è stata soggetta a terremoti, spesso rovinosi. Queste varie manifestazioni di energia sotterranea non

potevano non impressionare profondamente l' immaginazione delle razze primitive, generando superstizioni e colorando le popolari concezioni infernali. Una terra così variata nel suo paesaggio, così benigna nel suo clima, così fertile nel suo suolo, così esuberante nella sua vegetazione, così prolifica, quindi, in ciò che occorre al benessere dell'uomo, felicemente fu appellata da uno dei suoi poeti moderni, il Filicaia, com'una, cui la sorte diede *dono fatale di bellezza.* Duemila anni or sono lo stesso incanto naturale esisteva, e sarebbe stato strano, che i romani fossero insensibili ad esso. E non vi può esser dubbio, infatti, che il fascino di tale incanto fosse uno dei fondamenti di quel sentimento nazionale e di patria, pel quale i romani si distinguono tra i popoli dell'antichità. Per quanto più essi vedevano ed apprendevano di altre contrade, tanto più forte cresceva la loro convinzione che nessuna di esse fosse così bella e così riccamente dotata da natura come l'Italia. Questa superbia della loro patria è bene espressa nella scena pittoresca, con la quale Varrone apre il suo trattato *de re rustica.* Egli descrive come, entrando nel tempi della dea Tellus, trovò un gruppo di suoi amici, che, aspettando il ritorno del sacrestano, guardavano una pittura d'Italia decorante l'opposta parete. Uno della comitiva, ricordando scherzosamente, che, secondo il detto antico, il romano conquista seduto, propose di sedersi intanto sul banco. L'opposta figura, o carta d'Italia, li menò ad una conversazione sui vari meriti d'Italia, che nella loro opinione ha la preminenza su tutti gli altri paesi. Lo stesso fervore patrio spira attraverso la poesia di Roma antica. Esso trova la più piena espressione nei canti di Virgilio. La contemplazione di tutte le glorie d'Italia destò in quel dolce cantore una viva emozione e divenne la principale inspirazione della sua musa. Qua e là, come nel noto passo della seconda *georgica,* i suoi sentimenti su questo soggetto si estrinsecano in uno scoppio di

entusiasmo, che cresce sempre più, a misura che i diversi elementi della forza e della bellezza d'Italia passano successivamente innanzi alla sua poetica visione: la sua eterna primavera, i suoi ricchi campi di grano, le vigne e gli oliveti, le numerose greggi e gli armenti, i suoi molti laghi, il grande Lario ed il Benaco simile ad un mare, le sue curve sponde, bagnate dai due mari, i numerosi porti, le sue miniere, le sue nobili città, i borghi appollaiati sulle aspre alture, con i rivi fluenti sotto le loro antiche mura. Tali passi si possono citare non solo in prova dell'intenso amore del poeta per la sua terra nativa, ma anche come evidenza della sua viva comprensione delle bellezze della natura. La ricchezza del paesaggio italiano lo riempiva di gioia, mentre al tempo stesso gli ricordava le gesta degli uomini illustri, per i quali l'Italia fu resa grande e padrona del mondo:

> Salve, magna parens frugum, saturnia tellus,
> Magna virum!

Questo sentimento e questa comprensione delle bellezze e delle forze naturali d'Italia, così bene qui indicate dall'illustre geologo inglese, condussero gli italiani, prima di ogni altro popolo della terra, ad esprimere, prima in forma latina e poi in forma italiana, una lunga serie di pensieri sulle vicissitudini della terra, che dovevano poi culminare nelle mirabili osservazioni geologiche di Leonardo da Vinci.

Apre la serie di tali pensieri il grande poeta romano Tito Lucrezio Caro, che per primo diffuse nel cielo d'Italia la luce della sapienza epicurea, e nel suo poema *De rerum natura* cantò con voce di vate fatidico la formazione e la transformazione del mondo, abbandonato alle sole sue forze, senza alcun intervento divino. Nel descrivere tali forze naturali egli si fermò specialmente, nel sesto canto, sui terremoti e le eruzioni, di cui l'Italia gli dava appunto vistosi esempi. I terremoti sono, secondo lui,

dovuti alle instabili condizioni della crosta terrestre, fratturata e sconquassata, vacua per interne cavità, percorsa da fiumi sotterranei, agitata da interni vapori, per le cui scosse ed i cui moti interi monti scoscendono ed i tremiti della concussione si propagano sulla superficie della terra:

Nunc age, quae ratio terrai motibus extet
percipe. et in primis terram fac ut esse rearis
subter item et supera ventosis undique plenam
speluncis multosque lacus multasque lacunas
in gremio gerere et rupes deruptaque saxa;
multaque sub tergo terrai flumina tecta
volvere vi fluctus summersaque saxa putandumst;
undique enim similem esse sui res postulat ipsa,
his igitur rebus subiunctis suppositisque
terra superne tremit magnis concussa ruinis,
subter ubi ingentis speluncas subruit aetas;
quippe cadunt toti montes magnoque repente
concussu late disserpunt inde tremores.

Le cause delle eruzioni, come quelle dell'Etna, sono dovute ai gas ed ai vapori (ventus et aer), chiusi nelle cavità silicee del monte, alimentati anche dalle acque del mare, che s'infiltra nelle cavernose radici del monte, salienti ad alta pressione e temperatura, per cui fondono le rocce sovraincombenti ed esplodono, rigettandole dagli orifici, che i greci chiamano crateri e noi fauci e bocche, sotto forma di fumo, di arena, di pomici e di sassi:

Nunc tamen illa modis quibus inritata repente
flamma foras vastis tetra fornacibus efflet,
expediam. primum totius subcava montis
est natura, fere silicum suffulta cavernis.
Omnibus est porro in speluncis ventus et aer;
ventus enim fit, ubi est agitando percito aer,
hic ubi percaluit calefecitque omnia circum
saxa furens, qua contingit, terramque, et ab ollis
excussit calidum flammis velocibus ignem,
tollit se ac rectis ita faucibus eicit alte,
fert itaque ardorem longe longeque favillam
differt et crassa volvit caligine fumum

extruditque simul mirando pondere saxa;
ne dubites quin haec animai turbida sit vis,
praeterea magna ex parti mare montis ad eius
radices frangit fluctus aestumque resorbet,
ex hoc usque mari speluncae montis ad altas
perveniunt subter fauces, hac ire fatendumst
et penetrare mari penitus res cogit aperto
atque efflare foras ideoque extollere flammam
saxaque subiectare et arenae tollere nimbos.
in summo sunt vertice enim crateres, ut ipsi
nominitant; nos quod fauces perhibemus et ora.

Questa stessa nitidezza e grandiosità, usata da Lucrezio per descrivere terremoti ed eruzioni ed indagarne le cause, è da lui adoperata, nel quinto canto, per tratteggiare le selvagge condizioni della vita umana primitiva, in quadro così efficace e rispondente ai risultati ultimi della scienza moderna, da poter essere integralmente riportato in un attuale trattato di geologia o di paletnologia. La vita umana primitiva, ci canta Lucrezio, fu dura come la dura terra, che l' aveva creata; e per molti giri di sole nel cielo gli uomini trassero una trista esistenza, simile a quella delle fiere:

multaque per caelum solis volventia lustra
volgivago vitam tractabant more ferarum.

Non v'era aratro allora, nè coltivazione di piante e di campi; ma i miseri mortali sedavano la fame con i prodotti selvatici della terra e spegnevano la sete nei rivi e nelle fonti. Essi non conoscevano il fuoco nè sapevano ancora vestirsi di pelli, ma dimoravano nelle caverne e nelle selve e riparavano nelle macchie di arbusti le loro squallide membra sferzate dalle piogge e dai venti:

necdum res igni scibant tractare neque uti
pellibus et spoliis corpus vestire ferarum,
sed nemora atque cavos montis silvasque colebant
et frutices inter condebant squalide membra
verbera ventorum vitare imbrisque coacti.

Nè conoscevano alcun bene comune, ma ognuno viveva per sè. L'amore congiungeva nelle selve i corpi degli amanti, attratta la femina da mutua concupiscenza, o da violenza e libidine del maschio, o dall'allettamento di qualche ghianda o mora o pera:

> et venus in silvis iungebat corpora amantum;
> conciliabat enim vel mutua quamque cupido
> vel violenta viri vis atque impensa libido
> vel pretium, glandes atque arbita vel pira lecta.

Inseguivano con i sassi e con le mazze le bestie selvagge. Molte ne vincevano, da altre si nascondevano. E la sera davano nude alla terra ed al sonno le membra selvagge, avvolgendosi come setolosi animali nelle foglie, in attesa del giorno, turbati solo durante il sonno dall'arrivo di qualche cinghiale o leone, cui cedevano in fretta e terrore il giaciglio di strame. Ma non sì che l'uno o l'altro non fosse a volte preso e sbranato dalle fiere ed empisse di gemiti ed urli le selve, mentre altri, a fatica scampati con le membra dilacerate, morivano poi con le piaghe rose dai vermi, per mancanza di cibo e di medicine. Poi venne la conoscenza del fuoco e si formò il primo nucleo della famiglia, e le voci varie animalesche diedero origine al primo linguaggio; mentre gli uomini imparavano a coprirsi di pelli, a cercarsi migliori ricoveri, ad adunarsi in tribù, da cui a poco a poco, attraverso tempi lunghissimi, scaturirono tutte le diverse forme di vita più civile.

Un quadro simile a questo e probabilmente tratto da questo di Lucrezio ci è dato da Orazio nei noti versi 99-110 della terza satira del primo libro, in cui sono descritti appunto i primi uomini:

> Cum prorepserunt primis animalia terris,
> Mutum et turpe pecus, glandem atque cubilia propter
> unguibus et pugnis, dein fustibus, atque ita porro
> pugnabant armis, quae post fabricaverat usus,
> donec verba, quibus voces sensusque notarent

nominaque invenere; dehinc absistere bello,
oppida coeperunt munire et ponere leges,
nequis fur esset, neu latro, nequis adulter.
Nam fuit ante Helenam cunnus deterrima belli
causa, sed ignotis perierunt mortibus illis,
quos venerem incertam rapientes more ferarum
viribus editior caedebat, ut in grege taurus.

In questi pochi versi è concisamente condensata, quasi lapidariamente incisa tutta la storia del genere umano.

Una visione così limpida e precisa della storia della vita umana, come questa cantata dai poeti latini, scevra di ogni superstizione e religione, ci fa ritenere, che una visione egualmente chiara essi avessero della storia della terra e dei suoi mutamenti geologici. Una prova infatti già ci è data dai su riportati passi di Lucrezio sui terremoti e le eruzioni. Ma prova anche migliore ci è offerta dal canto XV delle *Metamorfosi*, nel quale Ovidio fa esprimere da Pitagora la dottrina della immortalità dell'esistenza e della continua mutabilità delle forme, salva restando l'essenza dell'universo:

O genus attonitum gelidae formidine mortis,
quid Styga, quid tenebras et nomina vana timetis,
materiam vati, falsique pericula mundi?
. . . . . . . . . . . . . . .
Omnia mutantur, nihil interit . . . . . . .
. . . . . nihil est toto, quod perstet, in orbe
Cuncta fluunt . . . . . . . . . . . . .
Corpora vertuntur; nec quod fuimusve sumusve,
cras erimus . . . . . . . . . . . . .
Nec species sua cuique manet, rerumque novatrix
ex aliis alias reparat natura figuras.
Nec perit in tanto quicquam, mihi credite, mundo,
sed variat, faciemque novat, nascique vocatur
incipere esse aliud, quam quod fuit ante; morique,
desinere illud idem.

A questo fluire e mutarsi di tutte le forme del mondo non possono naturalmente sfuggire le forme della terra; le quali anzi mostrano tale continua e vistosa mutabilità, da impres-

sionare ogni mente limpida e spregiudicata e da poter quindi inspirare i celebri versi 262 e segg. del canto suddetto, che sono quasi come un piccolo compendio di geologia. Cominciano essi infatti con l'indicare i mutamenti generali della terra:

> Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus
> esse fretum: vidi factas ex aequore terras;
> et procul a pelago conchae iacuere marinae,
> et vetus inventa est in montibus ancora summis:
> quodque fuit campus, vallem decursus aquarum
> fecit, et eluvie mons est deductus in aequor,
> eque paludosa siccis humus aret harenis;
> quaeque sitim tulerant, stagnata paludibus ument.
> Hinc fontes natura novos emisit, at illic
> clausit; et aut imis commota tremoribus orbis
> flumina prosiliunt, aut excaecata residunt.

Questi principî di geologia, che per noi ora sono evidenti, rimasero, come vedremo, ignorati, anzi avversati, per millecinquecento anni, da Ovidio fino a Leonardo da Vinci; ed oltre: chè solo dopo milleottocento anni essi cominciarono a divenire patrimonio scientifico comune. Ed Ovidio non si contentò di enunciare i principî generali, ma volle anche, come un moderno scienziato, descrivere una lunga serie di casi particolari, nei quali erano stati osservati tali mutamenti della superficie terrestre. Ed infine, dopo aver accennato alla formazione di nuovi monti ed alle cause delle eruzioni dei vulcani, proclamò che anche questi, pur quando sono così ingenti come l'Etna, sono forme labili e transitorie della terra:

> Nec quae sulpureis ardet fornacibus Aetnae
> ignea semper erit; neque enim fuit ignea semper.

Questa transitorietà di tutte le forme, a cui non si sottraggono terra nè cielo nè i nostri corpi stessi, che possono così transformarsi nei corpi di altri animali:

> caelum, et quodcumque sub illo est,
> immutat formas, tellus et quidquid in illa est.

questa transitorietà, dico, serve ad Ovidio, come ad un antico vate indiano, per far predicare da Pitagora il divieto di uccidere animali e la pietà per tutti gli esseri viventi.

Per analogo scopo morale, cioè per esortare la mente umana ad estrinsecarsi dalla continua mutabilità del mondo ed apparecchiarsi serenamente alla morte, i fenomeni geologici sono esposti da Seneca nei suoi sette libri *Naturalium Quaestionum,* e specialmente nel libro sesto, dove si tratta dei vulcani e dei terremoti, sia con descrizioni particolari di casi osservati che con discussioni di indole generale sulle loro cause ed i loro effetti. Quest'applicazione a scopo morale, ad uso buddhistico, del concetto della mutabilità del mondo, e specialmente della terra, da nessun pensatore è adoperata in misura maggiore di quella usata dall'imperatore Marco Aurelio nei suoi pensieri *su sè stesso*. Eccone alcuni esempi, tratti dal libro VI, 15 e 36, e dal libro VII, 47 : « L'Asia e l'Europa sono cantucci del mondo ; tutto il mare una goccia del mondo ; l'Athis una zolletta del mondo ; ciascuno degli istanti presenti del tempo, un punto dell'eternità. Tutto è piccola cosa, mutabile, peritura... Una cosa s'affretta a nascere, un'altra a venir meno ; e di quella stessa che nasce una qualche parte è già spenta. Il flusso e l'alterazione ringiovaniscono ad ogni ora il mondo, come lo scorrere non interrotto del tempo fa sempre nuova l'eternità. In tale fiumana di cose, che vengono e passano, che v'ha che si debba aver caro, quando su nulla si può far fondamento?... Contemplare il giro degli astri, accompagnandoli, per così dire, nel loro corso ; e ripensare di continuo al perpetuo tramutarsi degli elementi da una in altra forma : cotali pensieri purgano l'anima dalle lordure di questa vita terrestre ». Nulla giova tanto a tali pensieri, dice Marcaurelio nel libro IX, 28, quanto la visione delle mutazioni della terra : « Oramai la terra ci ricoprirà tutti quanti siamo ; e poi anche la terra si trasformerà ; e

poi si trasformerà quello ancora in che si sarà trasformata la terra; e quest'altro ancora di nuovo, all'infinito. Davvero chi ripensa ad un cotale incalzarsi di mutamenti e di moti ed alla rapidità con cui si succedono, non può essere che al tutto non disprezzi ogni cosa mortale ». Ecco che qui Marcaurelio parla dei mutamenti della terra con lo stesso fine e quasi con la stessa voce, con cui sette secoli prima ne parlava Gotamo Buddho.

Questa di Marcaurelio però è l'ultima grande voce antica, che ci parli con tanta chiarezza e tanta serenità dell'infinito mutarsi della terra e del mondo, obedienti alle proprie interiori leggi, senza alcun esteriore intervento divino. La equanimità romana, che seppe trarre dall'ateismo epicureo e dal panteismo stoico tali deduzioni sul divenire dell' universo e dell' uomo. dovè gradatamente cedere innanzi al sopravvenire del cristianesimo e dei barbari, che adottarono la limitata concezione biblica della genesi e del diluvio universale e fecero così svanire quasi ogni luce della scienza greco-italica nella densa tenebra del Medio-Evo.

Pure, anche in questa tenebra medioevale qualche fiammella dell'antica scienza rimase ancora tenacemente a brillare, tenuta accesa dagli arabi e dagli italiani, che avevano incorporato la tradizione aristotelica nelle rispettive loro religioni, maomettana e cristiana : debole però era la fiammella, perchè limitata e di natura analitica era la concezione aristotelica dei mutamenti della terra.

Il grande traduttore arabo di Aristotele, Avicenna (Ibn-Sima, 980-1037), nel volume a lui attribuito sulla conglomerazione delle pietre, si esprime chiaramente sulla origine delle montagne e delle valli : « Le montagne possono formarsi per due cause, o per sollevamento del suolo, come avviene nei terremoti, o per effetto dell'acqua corrente e del vento, che scavano i terreni molli e lasciano le rocce dure prominenti come

montagne... Tali cambiamenti devono aver preso lunghi periodi di tempo, e forse le montagne ora vanno diminuendo di mole. Quel che prova che l'acqua è stato il principale agente nel produrre queste trasformazioni della superficie, è la presenza in molte rocce di impronte di animali acquatici. La terra gialla che veste la superficie delle montagne non è della stessa origine della costruzione sottostante, ma proviene dal disfacimento di avanzi organici, mescolati con materiale terroso portato dall'acqua. Forse questi materiali erano originariamente nel mare che una volta copriva tutta la terra ». Dell'alternanza del mare con la terra si occupò, nel secolo XIII, l'altro scrittore arabo Mohamed Hasvini nel suo libro su le meraviglie della natura. Ma, meglio che da questi scienziati aristotelici-mussulmani, la transitorietà delle cose della terra fu espressa dal grande astronomo e poeta persiano Omar Khayam, che nei suoi *Rubaiyat* espone pensieri eretici rispetto alla fede maomettana, ma consoni con la visione del mondo classico, greco-italico, quale si trova in Anacreonte ed Orazio.

Oltre che dagli arabi, come dicevo, la concezione aristotelica dei mutamenti geologici fu anche accolta, serbata e tramandata dagli italiani del medio evo. Essi costituiscono una lunga serie, che, cominciando da Ristoro d'Arezzo e passando per Brunetto Latini, Dante, Boccaccio, Cecco d'Ascoli, Leon Battista Alberti, etc., va fino agli immediati precursori e contemporanei di Leonardo da Vinci, quali Paolo Toscanelli, Fracastoro, Cardano, etc. Di tutti costoro s'è largamente occupato Mario Baratta nel suo eccellente volume *Leonardo da Vinci ed i problemi della terra,* Torino, Bocca, 1903, in modo che non mi pare necessario ripetere quel che egli ha già detto. Ne riporterò solo qualche cosa, come attinente alla geologia propriamente detta, di cui qui mi occupo, cominciando da alcuni passi di Ristoro d'Arezzo. Questo monaco nel 1282 ultimò la sua

opera, racchiudente tutta la dottrina cosmologica del suo tempo, intitolata *La composizione del mondo,* pubblicata dopo circa sei secoli, nel 1859, a Roma, dal Narducci. Ecco come in quest'opera, p. es., viene esposta l'origine delle montagne: « Ed ora veggiamo la generazione dei monti, e la loro corruzione, com'elli si possono fare e disfare: noi veggiamo l'acqua dilavare la terra, e scendere de' monti colle pietre insieme, e riempiere le valli e innalzare lo piano: e dall'altro lato veggiamo l'acqua cavare, e incupare e fare le valli, e fatta la valle rimane il monte, e veggiamo l'acqua torre la terra da uno luogo e porla in un altro. E veggiamo l'acqua incupare per stagione e trarre la terra dal suo fondo, e levare e portare a luogo più alto, lo quale è, rispetto di quello cupo, monte. Ed anche può essere lo monte per cagione dell'acqua del diluvio, chè stando l'acqua del diluvio, e coprendo la terra e rimanendosi per la terra, per cagione del vento od altra cagione, può torre la terra da un luogo e porla ad un altro; imperciò ch'è natura dell'acqua, s'ella è rimenata per la terra, di fare lo monte e la valle, ed è sua natura di lasciare la terra montuosa e vallosa ». Ed in un altro punto della stessa opera, per provare che le montagne si siano formate per opera del diluvio, Ristoro d'Arezzo parla della presenza, in essa, di avanzi fossili: « E già avemo trovato e cavato, quasi a somma a una grandissima montagna, di molte balìe ossa di pesce, le quali noi chiamiamo chiocciole, a tale le chiamano nicchi: li quali erano simili a quelli delli dipintori, nelli quali elli tengono i lor colori. Ed in tale luogo li troviamo, di color di molte balìe, rena e pietre grosse minute e ritonde, a luogo a luogo entro per esso, come se fussero di fiume: e questo è segno che quello monte fosse fatto dal diluvio ». Gli stessi concetti di Ristoro d'Arezzo furono cinquant'anni dopo espressi, con forma molto migliore e visione più chiara, da Giovanni Boccaccio, in latino

nel suo trattato *De Montibus* ed in italiano nel *Filocopo,* descrivendo le colline fossilifere plioceniche e postplioceniche della Toscana: « Nella fruttifera Italia siede una piccola parte di quella la quale gli antichi, e non immerito, chiamarono Tuscia, nel mezzo della quale fra bellissimi piani si leva un piccolo colle il quale l'acque vendicatrici della giusta ira di Giove, quando i peccati di Licaone meritarono di fare allagare il mondo, vi lasciò, secondo l'opinione di molti, la quale reputo vera, perocchè ad evidenza di tal verità si mostra il piccolo poggio pieno di marine chiocciole, nè ancora si possono sì poco sì nè molto le interiora di quello ricercare, che di quelle biancheggianti tutte non si trovino: similemente i fiumi a quelli circustanti, più veloci di corpo che copiosi d'acque, le loro arene di queste medesime chiocciole dipingono ». Qui Boccaccio, anima pagana, ricorre alla mitologia greca piuttosto che alla ebraica, ma anch'egli, benchè veda chiara l'origine marina dei fossili, non sa uscire dall'ipotesi d'un diluvio universale. Ed egli ed i suoi immediati predecessori e successori, fino a Leonardo da Vinci, ripetono in fondo, in ambito più limitato, le concezioni geologiche di Aristotele, e non giungono a quell'ampiezza di visione dei mutamenti della terra, offertaci dagli antichi pensatori indiani, greci e latini.

Con maraviglia quindi noi vediamo, nel pieno fiorire del rinascimento, da sì deboli radici sorgere e svilupparsi con tanto vigore nel genio leonardesco quel complesso di pensieri e di osservazioni sui mutamenti della terra, che noi a buon diritto possiamo chiamare la geologia di Leonardo da Vinci.

PARTE SECONDA

# LA GEOLOGIA DI LEONARDO

La cognizion del tempo preterito e del sito della terra è ornamento e cibo delle menti umane.

*Codice Atlantico*, 365 v.

Quando Leonardo da Vinci cominciò, nelle sue peregrinazioni, prima in Toscana e poi in tutta Italia, a rivolgere il suo sguardo sulle forme ed i fenomeni della terra ed a fermare la mente sul continuo mutarsi della terra stessa, non trovò, come s'è visto in fine del precedente capitolo, opera od uomo, che l'illuminasse su quanto egli veniva osservando od indagando; che anzi trovò la scienza o, meglio, l'ignoranza del suo tempo pervasa dal preconcetto biblico della stabilità dell'universo ed ottenebrata, nei riguardi della geologia, dal racconto del diluvio universale. Per cui, egli non solo dovè con le sole forze del suo genio risalire dalle sue osservazioni alla « cognizione del tempo preterito e del sito della terra », ma fin dal principio fu anche costretto ad urtarsi direttamente con la rigida concezione teologica della genesi e del diluvio.

Leonardo non arretrò innanzi alla possibilità di mettersi in opposizione con gli imperanti dogmi religiosi e sociali. Egli apparteneva, come Michelangelo, Benvenuto Cellini ed altri suoi grandi contemporanei, a quel tipo dell'uomo italiano del Cinquecento, da cui Nietzsche ha voluto trarre, con linee distorte, il suo superuomo. « Grande artista e grande scienziato

— scrive Uzielli nel vol. II, pp. 30-31, delle sue *Ricerche* — a lui nulla mancava per essere ammirato dai posteri; ma la sua intelligenza universale lo faceva ribelle alle convenzioni morali anche fra gli uomini, i quali in quel tempo erano indulgenti per sentimenti oggi dalla maggioranza condannati. Nè tale condanna può recar meraviglia, perchè se il cosmopolitismo di Leonardo da Vinci fu naturale in un'epoca, in cui la viltà dei popoli e la prepotenza dei principi faceva dell'arte e della scienza il rifugio delle anime grandi, sarebbe giustamente chiamato ai dì nostri mancanza di amor di patria. Leonardo da Vinci, caduta Milano, servì il Borgia, assassino di tiranni, ma encomiato principe, e quindi si rifugia indifferente presso un re francese. Michelangelo Buonarroti abbandona senza scrupolo la difesa di Firenze... ». Questa indifferenza o, meglio, indipendenza dalle concezioni religiose e politiche del suo tempo, ed anche dei tempi posteriori, fece sì, che Leonardo potesse spezzare le pastoie dei pregiudizi dominanti, per procedere libero nelle sue ricerche originali, cui solo i tempi nostri possono rendere piena giustizia. Nella sua opera su *The literary Works of Leonardo da Vinci*, London 1883, Jean Paul Richter a pag. XIX giustamente osserva: « There can be no doubt that in more than one department his principles and discoveries were infinitely more in accord with the teachings of modern science, than with the views of his contemporairies. For this reason his extraordinary gifs and merits are far more likely to be appreciated in our owntime than they could have been during the preceding centuries. He has been injustly accused of having squandered his powers, by beginning a variety or studies and then, having hardly begun, throwing them aside. The truth is that the labours of three centuries have hardly sufficed for the elucidation of some of the problems which occupied his mighty mind ». Ed Eugène Müntz nella sua biografia artistica di *Léonard de*

*Vinci,* Paris 1899, non può fare a meno di esclamare, a pagina 349 : « Ma c'est avant tout comme géologue que Léonard force notre admiration par l'originalité de ses vues et la hardiesse de ses conjectures. Aucun savant avant lui n'avait pénétré à ce point le mystère des cataclysmes de notre globe ; ses hypothèses, parfois véritablement géniales, se relient directement à celles de Darwin et de Lyell. Il ne fait même plus à la tradition biblique sur la date de la création l'honneur de la discuter : l'église enseigne que le mond a été créé 5288 ans avant la naissance du Christ : or, c'est par centaines de mille ans que compte Léonard ; il admit que les atterrissements du Pô ont exigé deux milles siècles. Les distances ne l' embarassent pas davantage. Après avoir assigné aux atterrissements du Pô une antiquité de 200.000 années, il soutient que tous les fleuves tributaires de la Mediterranée finiront par se jeter dans le Nil, et que celui-ci aura son embouchure au détroit de Gibraltar, de même que tous les fleuves qui se jetaient auparavant dans le golfe du Pô avaient fini par devenir des affluents du fleuve du même nom ». Il modo, come Leonardo artista passa ad essere uno scienziato ed un fondatore della geologia, è stato efficacemente descritto da Gabriel Séailles nel suo volume su *Léonard de Vinci,* Paris, 1912, p. 412 : « Peintre, Léonard a étudié les reflets et leurs lois ; il y trouve l'explication de la lumière *cendrée* de la lune. La grandeur des objets, l'immensité des intervalles ne le déconcerte pas. Comme trois globes disposés dans son atelier pour une expérience, il imagine le soleil, notre océan resplendissant, la lune à l'occident, dont un fin croissant seul est éclairé, et il suit le reflet lumineux qui de nos mers à travers l'espace va frapper la lune, en atténue l'ombre et nous permet d'en discerner la face entière, sombre entre les deux cornes lumineuses. Dans la tranchée d'un canalon découvre des rangées de coquillages, au sommet d'une montagne des fos-

siles. Ce sont, pour les théologiens, des modèles d'animaux fait de limon que Dieu a négligé d'animer de son souffle. Pour Voltaire, homme sans préjugés, ce sont les débris de coquilles que mangeaient les croisés. Toujours le défaut d'imagination, l' impuissance de sortir de la sensation actuelle, une explication qui n'est que la plate redite. La vue du coquillage évoque en Léonard l'image de la mer. Précisée, distincte, vivante, cette image en enfante de nouvelles, dont peu à peu se compose le spectacle grandiose de la vie antérieure de la terre. Ce-qui n'est aujourd'hui qu'une petite masse de calcaire pétrifié, remplie de boue, a vécu. Au dessous des vagues, les coquillages pendant des siècles s'entassent mêlés au sable; les fleuves dans leurs crues entraînent à la mer les limons, qu'ils déposent par couches successives; comblé, l'océan recule. Ainsi la face de la terre incessamment se renouvelle : ' ce qui était jadis le fond de la mer est devenu le sommet des montagnes '. Léonard le voit parce qu'il l'imagine et par cette vision hardie du passé dans le present, de la cause dans l'effet, il a fondé la géologie. Ainsi non seulement le Vinci a conçu l'histoire de la terre et posé avec une grande netteté le principe de l'intelligence des phénomènes anciens par les phénomènes actuels, mais encore il a donné la théorie des terrains sédimentaires et organiques. En créant la géologie, il en a écrit un chapitre definitif ». Questo capitolo definitivo scritto da Leonardo si può dire che sia il nucleo della geologia, perchè è quello che riguarda appunto la storia dei passati mutamenti della terra.

Per giungere a questa cognizione dei mutamenti della terra, e quindi del passato e del futuro di questa, Leonardo partì dalle proprie osservazioni sulla costituzione dei diversi terreni, sulla presenza in essi di fossili di origine marina e sulle varie trasformazioni occorrenti per portare i fondi dei mari sulle cime dei monti e queste quindi di nuovo nel mare. Tutte le sue osser-

vazioni ed i pensamenti geologici, da esse derivanti, furono da Leonardo segnati volta per volta nei numerosi fogli dei suoi diversi manoscritti, ma massimamente raggruppati in quel preziosissimo fascicolo, composto tra il 1503 ed il 1508, conservato nella biblioteca di lord Leicester in Holkham Hall e reso ora a noi accessibile con la splendida pubblicazione fattane da Gerolamo Calvi, sotto gli auspici del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, come *Il Codice di Leonardo da Vinci della biblioteca di lord Leicester*, Milano, Casa editrice Cogliati, 1909. Per la materia contenuta in questo, come negli altri codici, Gerolamo Calvi giustamente avverte, che bisogna tener presente quel che Leonardo ci ha lasciato scritto nel foglio I *r* del ms. del British Museum : « Cominciato in Firenze, in casa Piero di Braccio Martelli, addì 22 marzo 1508 : e questo fia un raccolto sanza ordine, tratto di molte carte, le quali io ho qui copiate sperando poi di metterle per ordine alli lochi loro, secondo le materie di che esse tratteranno ; e credo che, avanti ch'io sia al fine di questo, io ci arò a riplicare una medesima cosa più volte, sì che, lettore, non mi biasimare, perchè le cose son molte e la memoria non le po riservare e dire : questa non voglio scrivere, perchè dinanzi lo scrissi ; e s'io non volessi ricadere in tale errore, sarebbe necessario che, per ogni caso, ch'io ci volessi copiare su, che, per non replicarlo, io avessi sempre a rileggere tutto il passato, e massime stando con lungo intervallo di tempo allo scrivere da una volta all'altra ». Quindi i passi, che andremo citando, della geologia di Leonardo, offriranno spesso ripetizioni e ritorni di medesimi od analoghi pensieri ; i quali però elucidano ed elaborano sempre meglio la visione e concezione fondamentale del continuo divenire della terra. In questa concezione fondamentale il primo posto è tenuto dalla interpretazione dei fossili ; vien dopo la induzione sulla formazione degli strati ; seguono quindi le ipotesi sull'ori-

gine delle montagne e le intuizioni sul trasformarsi della superficie del pianeta; e chiudono la serie dei pensieri geologici le visioni di vate sul tempo preterito e sul futuro della terra.

Nella giusta interpretazione dei fossili, che Leonardo per primo sulla terra comprese ed espose con tanta dovizia di osservazioni e di discussioni, egli si trovò contro, come s'è detto, il racconto biblico del diluvio universale, di cui dovè dimostrare l'infondatezza e l'assurdità, prima di procedere all'esatta esposizione della natura e dell'importanza geologica dei fossili. Già nel *Codice Atlantico*, foglio 152 *a*, si trova un attacco a fondo contro il diluvio: « Movesi qui un dubbio, e questo è se 'l diluvio venuto al tempo di Noè fu universale o no, e qui parrà di no per le ragioni, che si assegneranno. Noi nella Bibbia abbiamo che il predetto diluvio fu composto di 40 dì e 40 nocte di continua e universa pioggia, e che tal pioggia alzò di sei gomiti sopra al più alto monte dell'universo; e se così fu, che la pioggia fussi universale, ella vestì di sè la nostra terra di figura sperica, e la superfizie sperica ha ogni sua parte egualmente distante al centro della sua spera; onde la spera dell'acqua trovandosi nel modo della detta condizione, elli è impossibile che l'acqua sopra di lei si mova, perchè l'acqua in sè non si move, s' ella non discende; adunque l' acqua di tanto diluvio come si partì, se qui è provato non aver moto? E s'ella si partì, come si mosse, se ella non andava allo in su? E qui mancano le ragioni naturali, onde bisogna per soccorso di tal dubitazione, chiamare il miracolo per aiuto, o dire che tale acqua fu vaporata dal calor del sole ». Ottanta anni più tardi Giordano Bruno si valse, come vedremo, di una simile argomentazione contro il diluvio universale.

Ma contro il diluvio Leonardo ammassa e scaglia, traendoli dall'esame dei fossili, altri argomenti, raccolti quasi tutti nel codice di Leicester. Nel foglio 3 *r* di detto codice egli si pone il

problema dei nicchi fossili e del diluvio : « In questa tua opera tu ài in prima a provare, come li nichi, in mille braccia d'altura, non vi furon portati dal diluvio, perchè si vedano a un medesimo livello, e vedesi avanzare assai monti sopra esso livello, e a dimandare se 'l diluvio fu per pioggia o per ringorgamento di mare ; e poi ài a mostrare che, nè per pioggia, che 'ngrossi i fiumi, nè per rigonfiamento di esso mare, li nichi, come cosa grave, non son sospinti dal mare alli monti, nè tirati a sè dalli fiumi contro al corso delle loro acque ». In altri fogli risolve analiticamente tale problema.

Comincia la discussione e la risoluzione del problema nel foglio 8 *v*, in un capitolo che egli espressamente intitola *del diluvio e de' nichi marini,* in cui contro il diluvio riporta le prove dei fossili e delle ragioni geografiche : « Se tu dirai che li nichi, che per li confini d'Italia, lontano da li mari, in tanta altezza si veggano alli nostri tempi, sia stato per causa del diluvio, che lì li lasciò ; io ti rispondo che, credendo tu che tal diluvio superassi il più alto monte 7 cubiti, come scrisse chi 'l misurò, tali nichi, che sempre stanno vicini a' liti del mare, dovevano restare sopra tali montagne, e non sì poco sopra le radice de' monti, per tutto a una medesima altezza, a suoli a suoli. E se tu dirai che, essendo tali nichi vaghi di stare vicini alli liti marini, e che, crescendo l'acqua in tanta altezza, che li nichi si partirono da esso lor primo sito, e seguitarono l'accrescimento delle acque insino alla lor somma altezza ; qui si risponde, ch'essendo il nichio animale di non più veloce moto che si sia la lumaca fori dell'acqua, e qualche cosa più tardo, perchè non nota, anzi si fa un solco per la rena, mediante i lati di tal solco ove s'appoggia, camminerà il dì dalle 3 alle 4 braccia : adunque, questo, con tale moto, non sarà camminato dal mare Adriano insino in Monferrato di Lombardia, che v'è 250 miglia di distanzia, in 40 giorni, come disse chi tenne conto

d'esso tempo. E se tu di' che l'onde ve li portarono, essi, per la lor gravezza, non si reggano se non sopra il suo fondo; e se questo non mi cedi, confessami almeno ch'elli aveano a rimanere nelle cime de' più alti monti, e ne' laghi, che infra li monti si serrano, come il lago di Lario, e 'l Maggiore, e di Como, e di Fiesole, e di Perugia, e simili. L'acqua de' mari contingenti compone la sfera dell' acqua, la quale à per centro della sua superfizie il centro del mondo, ma non per centro della sua gravità, perchè in molti lochi è di gran profondità, e, in molti, di poca, per la qual cosa, non essendo di uniforme grossezza, non è d'uniforme peso. Ma solo perchè quella cosa è più alta, ch'è più remota dal centro del mondo, adunque, tal superfizie, non essendo in moto, non po restare in nessun loco più alta l'una parte che l'altra, perchè sempre la più alta parte dell'acqua sempre cerca di riempiere di sè la sua parte più bassa. Se 'l diluvio passò, come si dice, sopra li monti del nostro emisperio, senza dubbio esso fece più gravità da questa nostra parte abitabile, che a quella delli antipodi, e per conseguenza l'avvicinò più al centro del mondo che prima non era; e l'opposita parte da esso centro più rimosse, per la qual cosa il predetto diluvio sommerse più che sommerso non arebbe, se non avessi acquistato da questo lato tal gravezza. E se tu dirai che li nichi son portati dall'onde, essendo voti e morti, io dico che, dove andava li morti, poco si rimovevano da vivi, e in queste montagnie sono trovati tutti i vivi che si cognoscano, che sono colli gusci appaiati, e sono in un filo dove non è nessun de' morti, e poco più alto è trovato dove eran gettati dall'onde tutti li morti colle loro scorze separate. A presso a dove li fiumi cascavano in mare in gran profondità; come Arno, che cadea dalla Golfolina a presso a Monte Lupo, e quivi lasciava la ghiara, la quale ancor si vede, che s'è insieme ricongielata, e di pietre di vari paesi, nature e colori e durezze se n'è fatto

una sola congelazione; e poco più oltre la congelazione della rena s'è fatto tufo, dov'ella s'aggirava inverso Castel Fiorentino; più oltre si scaricava il fango, nel quale abitava i nichi, il quale s'inalzava a gradi, secondo che le piene d'Arno torbido in quel mare versava, e di tempo in tempo s'inalzava il fondo al mare; il quale a gradi producea essi nichi, come si mostra nel taglio di Colle Gonzoli, deripato dal fiume d'Arno, che il suo piede consuma, nel qual taglio si vede manifestamente li predetti gradi de' nichi in fango azzureggiante, e vi si trova di varie cose marine. Èssi alzato la terra del nostro emisperio per tanto più che non solea, per quanto ella si fece più lieve delle acque, che le mancarono pel taglio di Calpe..., e altrettanto più s'è alzata, perchè il peso dell'acque, che di qui mancarono, s'aggiunsono alla terra volta all'altro emisperio. E se li nichi fussino stati portati dal torbido diluvio, essi sarien misti, separatamente l'un da l'altro, infra 'l fango, e non con ordinati gradi, a suoli, come alli nostri tempi si vede».
È interessante vedere come in questo capitolo Leonardo, similmente a quanto fa in tutti i suoi scritti, passi velocemente da un pensiero all'altro e ritorni sul primo e ricorra ad altro, senza mai perdere di vista l'insieme delle sue cogitazioni scientifiche: dalle prove, fornite dai fossili e dalla geografia contro il diluvio, alla formazione, così efficacemente descritta, degli strati di ghiaia, cementata in puddinga, di arena, impastata in tufo sabbioso e di argilla conchiglifera azzurreggiante dei fondi marini; saltando poi ad una teoria d'equilibrio dei mari e delle terre, simile in certo modo alla moderna teoria dell'isostasi; per tornare poi di nuovo ai fossili. E sul tutto poi sparge il grano di sale della ironia, con cui tratta il racconto biblico del diluvio: quando, riferendo che esso diluvio passò il più alto monte di sette cubiti, aggiunge: *come scrisse chi 'l misurò*; e riportando, che il diluvio durò quaranta giorni, osserva: *come disse*

*chi tenne conto di esso tempo* : ironia tanto più fine e profonda, in quanto non era scritta per il pubblico, ma si svolgeva tutta nell'interno del suo spirito.

Nella stessa profondità del suo spirito si svolge, nel foglio 9 *v* del codice di Leicester, questa *Confutazione ch'è contro color che dicano, i nichi esser portati per molte giornate distanti dalli mari per causa del diluvio* : « Dico che 'l diluvio no potè portare le cose nate del mare alli monti, se già il mare, gonfiando, non creassi inondazione tant'alta, che superassi tale altezza, insino alli lochi sopra detti, la qual gonfiazione accader non po, perchè si dare' vacuo ; e se tu diciessi, l'aria quivi riempierebbe, noi abbian concluso il greve non si sostenere sopra il lieve, onde per neciessità si conclude, esso diluvio essere causato dall'acque piovane ; e se così è, tutte esse acque corrano al mare, e non corre il mare alle montagnie ; e s'elle corrano al mare, esse spingano li nichi del lito nel mare, e non li tirano a sè. E se tu dicessi che, poi che 'l mare alzò per l'acque piovane, portò essi nichi a tale altezza, già abbian detto che le cose più gravi dell'acqua non notan sopra di lei, ma stanno in fondo, del quale non si removano, se non per causa di percussion d'onda. E se tu dirai che l'onde li portassino in tali lochi alti, noi abbian provato che l'onde nelle gran profondità tornano in contrario, nel fondo, al moto di sopra, la qual cosa si manifesta per lo intorbidare del mare, del terren tolto vicino alli liti. Muovesi la cosa più lieve che la acqua insieme colla sua onda, ed è lasciato nel più alto sito della riva dalla più alta onda ; muovesi la cosa più grave che l'acqua, sospinta dalla sua onda nella superfizie del fondo suo : e per queste due conclusioni, che ai lochi sua saran provate a pieno, noi concludiamo che l'onda superfiziale non po portare nichi, per essere più grievi che l'acqua ; adunque, fien sospinti dall'onda inferiore, quando il vento viene da terra, perchè, venendo il vento

da terra, l'onda nel fondo del mare si move contro a 'l corso del vento, che in tal tempo regna; e ancora questo non farà portare li nichi alli monti, perchè l'acqua del fondo, che si move contro al corso del vento, sarà tanto più tarda che l'onda superfiziale, quanto essa fia più profonda che non è l'altezza dell'onda: questo si manifesta, perchè, se l'onda superfiziale è alta un braccio, e da essa onda in giù sia cento braccia di acqua, sanza dubbio cento volte è più tarda l' onda inferiore che la superiore. L'onda superiore non tornerà mai indirieto per lo suo fondo con tanta veemenzia, se l'altezza dell'acqua, che risiede sotto l'onda, non è d'altezza simile alla detta onda. L' onda piccola, che 'n gran pelaghi cammina contro al corso del vento, non passerà sopra il suo fondo, cioè non lo toccherà, anzi darà al contatto dell'onda superfiziale. Dico che tal fia il moto dell'acqua, variabile dalla superfizie al fondo, qual'è quello, che è fatto nella superfizie infra le 2 sue rive, imperò che, se se ne move 1/3 del fiume per larghezza inver ponente, l'altro 3° si moverà a levante, e 'l rimanente a ponente; e se un'altra simile parte vi si trovassi, quello ritornerebbe a levante. Tanto fieno più tardi i moti laterali de' fiumi, quanto essi saran più remoti della prima corrente. Della confregazione, che fa l'acqua, quando si move più veloce che l'altra, infra l'acqua, se ella immediate è divisa, cioè, se li termini di tale acque si consumano, o si portan dirieto l'un l'altro, cioè, il più veloce porti con seco lo men veloce: dico di no, perchè, s'ella portassi con seco più acqua che 'l solito, essa crescerebbe in tanta quantità a lungo andare, che porterebbe con seco tutta l'acqua del fiume. Come l'ostriche rarissime volte si trovano alli liti marini morte, perchè, il più delle volte, esse stanno appiccate alli sassi nelli fondi de' mari e non ànno moto, se non nella sua metà, la quale è sottile e lieve; l'altra è ferma al sasso; e s'ella non è ferma, la natura la multiplica in tanta gra-

vezza, che la lieve inondazione fattasi nelli fondi grandi de' mari non la possa rimovere con facilità, sì che tal sua parte mobile è forte lieve, e fa in lei il medesimo ofizio, che fa il coperchio alla cassa; e quando mangia, il cibo per sè le cammina in casa, che son certi animaluzzi, che intorno a' lor morti gusci si notricano; e così, dove abitano, v'è innumerabili gusci d'esse ostriche morte. Quando il diluvio avessi aùto a portare li nichi trecento o quattrocento miglia distanti dalli mari, ello li arebbe portati misti con diverse nature, insieme ammontati; e noi vediamo in tal distanzie l'ostriche tutte insieme, e li conchili, e li pesci calamai, e tutti gli altri nichi, che stanno insieme a congregazione, essere trovati tutti insieme morti, e li nichi soletari trovare distanti l'uno all'altro, come ne' liti marittimi tutto il giorno vediamo. E se noi troviamo l'ostriche insieme, a parentadi grandissimi, infra le quali vedi quelle, che ànno ancora il coperchio congiunto, a significare che qui furono lasciate dal mare, che ancora vivevano quando fu tagliato lo stretto di Gibiltar. Vedesi nelle montagne di Parma e Piacenzia la multitudine de' nichi e coralli intarlati, ancora appiccati alli sassi; de' quali, quand'io facevo il gran cavallo di Milano, me ne fu portato un gran sacco nella mia fabbrica da certi villani, che in tal loco furon trovati; fra li quali ve n'era assai delli conservati nella prima bontà. Truovasi sotto terra, e sotto li profondi cavamenti de' lastroni, li legniami delle travi lavorati, fatti già neri, li quali furon trovati a mio tempo in quel di Castel Fiorentino; e questi in tal loco profondarono, prima che la lita gittata dall'Arno nel mare, che quivi copria, fussi abondata in tant'altezza, e che le pianure del Casentino fussin tanto abbassate dal terren, che Arno al continuo di lì sgombra. In Candia di Lombardia, presso Alessandria della Paglia, facendosi, per messer Gualtieri di Candia, uno pozzo, fu trovato un principio di navilio grandissimo, sotto terra circa

a braccia 10, e, perchè il legname era nero e bello, parve a esso messer Gualtieri di far allargare tal bocca di pozzo, in forma che i termini di tal navilio si scoprissi. Truovasi nelle montagnie di Verona la sua pietra rossa mista tutta di nichi convertiti in essa pietra, delli quali per la loro bocca era gommata la materia d'essa pietra, ed era in alcuna parte restati separati dall'altra massa del sasso, che li circundava, perchè la scorza del nichio s'era interposta e non li aveva lasciati congiugniere. E in alcun'altra parte tal gomma avea petrificato le invegiate e guaste scorze ». In questo foglio 9 *v.* si può seguire il filo del pensiero di Leonardo, com'esso si aggroviglia a formare un intricato gomitolo, che è necessario dipanare con pazienza ed amore. Egli si propone, e lo scrive anche come titolo del foglio, di confutare quelli, che sostengono, esser state le conchiglie fossili portate lungi dal mare per causa del diluvio. Nel cominciare la confutazione deve trattenersi sul peso e sul moto delle acque del mare. Ciò lo porta a fermarsi di nuovo sulle leggi, che regolano il moto ondoso del mare. Dall'attrito, che corre tra le onde superficiali e profonde del mare, il suo pensiero è fatto balzare all'attrito tra le correnti laterali e centrali dei fiumi e di qui alle leggi, che regolano il moto delle correnti fluviali. Perdutosi nel labirinto dell'idrodinamica, egli ha completamente dimenticato il diluvio ed i fossili. Ma ecco che questi improvvisamente ritornano innanzi alla sua mente, per ricordargli però non più il diluvio, ma il modo come funzionano le due valve delle ostriche e come queste si nutrono. Dalle ostriche il suo pensiero corre a tutti gli avanzi di animali marini con esse associati e ricostruisce in modo mirabile il modo di formazione dei banchi fossiliferi in un tempo remoto, che egli, con uno slancio titanico di fantasia, riporta a quando ancora non s'era formato lo stretto di Gibilterra. Ma ecco, che dopo questo volo mentale, egli ritorna alle sue osservazioni ed esperienze sul terreno

e nel suo studio : ai fossili dei monti di Parma e Piacenza, portatigli dai contadini nel suo studio di Milano, ed ai legni carbonizzati da lui visti nei terreni alluvionali di Toscana : il che lo fa pensare alle trasformazoni geologiche della Valdarno, ma nel tempo stesso gli ricorda gli avanzi di una nave preistorica, scavata presso Candia Lomellina. Ciò lo richiama alla considerazione dei fossili, ma solo per fargli indagare come è avvenuto il processo di fossilizzazione e di petrificazione nell'*ammonitico rosso* di Verona. Il diluvio, per il quale aveva cominciato a scrivere il foglio 9 *v.*, è stato così dunque per la via completamente dimenticato !

Ma il diluvio ritorna nel foglio 10 *v.*, per essere questa volta confutato sul serio : « E se tu volli dire che tale diluvio fu quello che portò tali nichi for de' mari centinaia di miglia, questo non po accadere, essendo stato esso diluvio per cause di piogge, perchè naturalmente le piogge spingano i fiumi, insieme colle cose da lor portate, inverso il mare, e non tirano inverso de' monti le cose morte de' liti marittimi. E se tu dicessi che 'l diluvio poi s'alzò colle sue acque sopra de' monti, il moto del mare fu sì tardo col cammino suo contro al corso de' fiumi, che non arebbe sopra di sè tenuto a noto le cose più gravi di lui ; e se pur l'avessi sostenute, esso, nel calare, l'arebbe lasciate in diversi lochi seminate. Ma come accomoderemo noi li coralli, li quali inverso Monte Ferrato di Lombardia essersi tutto il dì trovati intarlati, appiccati alli scogli scoperti dalle correnti de' fiumi ? e li detti scogli sono tutti coperti di parentadi e famiglie d'ostriche, le quali noi sappiamo che non si movano, ma stan sempre appiccati coll'un de' gusci al sasso, e l'altro aprano per cibarsi d'animaluzzi, che notan per l'acque, li quali, credendo trovar buona pastura, diventa il cibo del predetto nichio. Non si trova egli la rena, mista coll'aliga marina, essersi petrificata, poi che l'aliga, che la tramezzava, venne

meno? e di questo scopre tutto il giorno il Po nelle ruine delle sue ripe. Alessandria della Paglia, in Lombardia, non à altra pietra da far calcina, se non mista con infinite cose nate in mare; la quale è oggi remota dal mare più di 200 miglia. Nello ottanta 9 fu uno terremoto nel mar di Satalia presso a Rodi, il quale aperse il mare col fondo, nella qual apritura si sommerse tal diluvio d'acqua, che per più di 3 ore si scoperse il fondo del mare, dell'acque, che di quivi si spogliarono, e poi si richiuse al primo grado. Faccia mutazion la terra colla sua gravezza, quanto far si voglia, che mai la superficie della spera dell'acqua non si partirà dalla sua equidistanzia col centro del mondo ». Vedasi con quanta sagacia in questo passo Leonardo si serva dei coralli e dei banchi di ostriche e di altri animali del *benthos* sessile, per dimostrare che tali fossili si trovano precisamente sulle scogliere, a cui un dì vissero attaccate, e non vi furon portate da un ipotetico diluvio. E contro tale ipotetico diluvio gli serve pure come argomento il terremoto ed il maremoto, avvenuti nel 1489 a Rodi presso Adalia, che gli dimostrano come il mare non muti perennemente il suo livello per subitanei, per quanto gravi avvenimenti.

Sgombratosi così il cammino dall'impedimento del diluvio universale, sul quale però ogni tanto non manca di tornare, Leonardo passa a dimostrare quale sia la vera natura ed origine ed importanza dei fossili. Già prima di lui, ed anche per secoli dopo di lui, vi furono di quelli, che, non volendo riconoscere la vera natura dei fossili, ne attribuirono l'origine ad una particolare virtù plasmatrice del suolo o delle stelle od a giochi di natura. Contro costoro si rivolge Leonardo nel foglio 9 *r.*: « Di quelli che dicano ch'e' nichi sono per molto spazio nati remoti dalli mari, per la natura del sito e de' cieli, che dispone e infruiscie tal loco a simile creazione d'animali; a costor si risponderà che, s'è tale infruenzia d'animali, non po accadere

in una sola linia se non animali di medesima sorte e età, e non il vecchio col giovane, e non alcun col coperchio e l'altro essere colla sua copritura, e non l'uno esser rotto e l'altro intero, e non l'uno ripieno di rena marina e rottame minuto e grosso d'altri nichi dentro alli nichi interi, che li son rimasti, e non le bocche de' granchi sanza il rimanente del suo tutto, e non li nichi d'altre spezie, appiccati con loro in forma d'animale che sopra di quelli si movessi, perchè ancora resta il vestigio del suo andamento sopra la scorza, che lui già, a uso di tarlo sopra il legname, andò consumando; non si troverà infra loro ossa e denti di pescie, li quali alcuni dimandano saette, e altri lingue di serpenti; e non si troverà tanti membri di diversi animali insieme uniti, se lì da' liti marini gittati non fussino, e 'l diluvio lì non gli avrebbe portati, perchè le cose gravi più de l'acqua non stanno a galla sopra l'acqua, e le cose predette non sarieno in tanta altezza, se già a noto ivi sopra dell'acque portate non furono, la qual cosa è impossibile per la lor gravezza ». Nel foglio 9 *v.* ritorna sullo stesso argomento: « E se tu dicessi, tali nichi essere creati e creano al continuo, in simili lochi, per la natura del sito e de' cieli, che quivi infruiscie, questa tale opinione non sta in cervelli di troppo discorso, perchè quivi s'anumeran li anni del loro accrescimento su le loro scorze; e se ne vede piccoli e grandi, i quali sanza cibo non crebbono, e non si cibaron sanza moto, e quivi movere non si poterono ». È mirabile vedere come Leonardo, per confutare quelle stolte opinioni, che non stanno in cervelli di troppo discorso, non solo indica la vera natura di denti di pesce di quelle che chiamavano saette e glossopetre, ma dissemina, di passaggio, dovizia grande di preziosissime osservazioni di biologia marina, tanto più stupefacenti, in quanto egli le traeva non direttamente dagli animali viventi nel mare, ma, di seconda mano, dalle loro vestigia fossili.

Analoga argomentazione egli svolge nel foglio 80 *r.* del manoscritto F dell'Istituto di Francia, riportata a pag. 161 dei *Frammenti* pubblicati dal Solmi: « E se tu vorrai dire li nicchi esser prodotti dalla natura in essi monti mediante le costellazioni, per qual via mostrerai tal costellazione fare li nichi di varie grandezze e di diverse età e di varie spezie 'n un medesimo sito? E come mi mostrerai la ghiara congelata a gradi in diverse altezze delli monti, perchè quivi è di diverse ragioni, ghiare portate di diversi paesi dal corso de' fiumi in tal sito; e la ghiara non è altro che pezzi di pietra, che han persi li angoli per la lunga rivoluzione e le diverse percussioni e cadute, ch'ella ha avuto mediante li corsi delle acque, che in tal loco le condusse? Come proverai grandissimo numero di varie spezie di foglie congelate nelli alti passi di tal monte, e l'aliga, erba di mare, stante a diacere mista con nichi e rena? E così vedrai ogni cosa petrificata insieme con granchi marini, rotti in pezzi, separati o tramezzati da essi nichi ». Anche qui, mentre dimostra la vera natura dei fossili, dimostra di passaggio l'origine della ghiaia e delle puddinghe.

Ma ai fossili ritorna, per indicare, che i loro diversi strati parlano anch'essi contro il diluvio. Così nel foglio 156 *v.* del *British Museum*, riportato da Solmi a p. 162 del suo volume: « Per le due linee de' nichi bisogna dire che la terra per sdegno s'attuffasse sotto il mare a fare il primo suolo, poi il diluvio fece il secondo! » Similmente, ma senza ironia, nel foglio 36 *r.* di *Leicester*: « Tu ài ora a provare, come li nicchi non nascano se non in acque salse, quasi tutte le sorte; e come li nichi di Lombardia ànno 4 livelli; e così è per tutti, li quali sono fatti in più tempi; e questi sono per tutte le valli, che s'abboccano alli mari ». Qui già si accenna all'importanza dei fossili, che sono per la maggior parte di origine marina, per conoscere l'antica ubicazione dei mari sulla terra.

Tale importanza dei fossili è chiaramente indicata nel foglio 31 *r* di *Leicester*: « Perchè molto son più antiche le cose che le lettere, non è maraviglia, se alli nostri giorni non apparisce scrittura delli predetti mari essere occupatori di tanti paesi; e se pure alcuna scrittura apparia, le guerre, l'incendi, le mutazioni delle lingue e delle leggi, li diluvi dell'acque ànno consumato ogni antichità; ma a noi basta le testimonianze delle cose nate nelle acque salse ritrovarsi nelli alti monti, lontani dalli mari ». Che cosa significassero per Leonardo queste testimonianze, ce lo dice Leonardo stesso in quell'eloquente pezzo del foglio 156 *r.* del *British Museum,* riportato dal Solmi a pag. 148 del suo volume di *Frammenti*: « O tempo, veloce predatore delle create cose, quanti re, quanti popoli hai tu disfatti, e quante mutazioni di stati e vari casi sono seguìti, dopochè la maravigliosa forma di questo pesce qui morì per le cavernose e ritorte interiora [del monte]. Ora, disfatto dal tempo, paziente giaci in questo chiuso loco; colle spolpate e ignude ossa hai fatto armadura e sostegno al soprapposto monte». Qui la visione e la comprensione scientifica del pesce fossile dà libero volo alla fantasia dell'artista ed alla meditazione del pensatore, facendolo pervenire a considerazioni sul tempo, veloce predatore delle create cose, analoghe a quelle, p. es., contenute nel § 32 del libro nono dei pensieri di Marco Aurelio: « Fa' di abbracciare colla mente l'universo mondo, e concepir nel pensiero l'eternità dei secoli, e considera la rapida trasformazione di ciascuna cosa particolare, e quanto è breve l'intervallo dalla nascita alla dissoluzione, e infinito il tempo che precedette la nascita, e infinito del pari quello che terrà dietro alla dissoluzione. Tutte le cose che tu vedi si dissolveranno tra breve anch'esse ». Così, quest'ampio volo di pensiero, che il magnanimo imperatore faceva sprigionare dall'introspezione in

sè stesso, Leonardo lo faceva balzare dalla vista di un pesce fossile nelle viscere del monte.

Per le quali viscere del monte Leonardo adopera la frase efficace di « cavernose e ritorte interiora », avendo riguardo alle pieghe degli strati, di cui le montagne stesse sono compaginate. Questi strati, che sono, insieme con i fossili, gli elementi fondamentali della geologia stratigrafica, attirano naturalmente tutta l'attenzione di Leonardo. Nel foglio *3 r* di *Leicester* egli ne scrive, per indicare quale influenza eserciti la posizione e la natura degli strati sull'assorbimento delle acque piovane e quali rapporti queste abbiano con le fonti dei fiumi e con le caverne dei monti: « Se tu vorrai dire che si versi delle vene, sia d'acque ragunate per le caverne dei monti, a questo ti si risponderà che l'acqua, che si genera per esse caverne, o ell'è più l'entrata che l'uscita, o ell'è più l'uscita che la entrata, o vero l'uscita sarà eguale all'entrata. Se ell'è più l'entrata del l'acqua nella caverna che la sua uscita, la caverna s'empierà integralmente, e ne caccerà tutta l'aria, e se l'acqua occupa tutta la bocca dell'uscita, e' non potrà discendere più acqua, perchè l'aria non potrà restaurare il vacuo, che darebbe l'acqua nel lasciare di sè la caverna in parte vota; onde, per necessità, essa caverna stante sempre piena d'acqua, tanto ne riempierebbe la vena, che porge l'acqua alla caverna, quanto voterebbe la bocca, che versa l'acqua fori dalla caverna, onde tal moto sempre sarebbe continuo ed eguale, la qual cosa mai si vede, perchè a tutte le vene, che versono l'acque fori de' monti, diminuisce e manca l'acqua assai la state, e 'l verno si fanno abbondanti. E s'ell'è più l'uscita che la entrata, allora l'acqua mancherà nella uscita intanto che si farà eguale alla entrata. E facendosi l'entrata eguale alla uscita, allora il moto fia d'ogni tempo eguale. Dicano alcuni che l'acque piovane son causa dell'accrescimento delle vene, che versan l'acque ne' fiumi:

si po' negare coll'esemplo de' fossi delle città, che spesso, essendo votati d'acqua e po' di terreno, ho veduto asciutto e secco, sotto, il fango. Ma potrebbensi ben dire in tali fossi la densità della creta ovviare e proibire la penetrazione dell'acqua sotto di sè, come si vede nelle citerne fatte nell'acque salse, le quali sono attorniate, fori della lor muraglia e rena, di questa terra, di che si lavora li vasi, finissima, e mai la potenzia dell'acqua salsa nolla può penetrare, e così l'acqua sempre si conserva dolce nelle citerne. Ma nelli monti, dove le falde delle pietre son poste obblique o per diritto, essendo vestite esse falde di poca terra, l'acque piovane subito penetrano essa terra, e discorran infra le fessure delle pietre, e incorporasi, e empie di sè le vene e corpi cavernosi; ancora le nevi, che si risolvano delle alpe con tarda resoluzione, retenute dalla interposizione delle radici e foglie delle minute erbe de' prati, penetra con più facilità infra le fessure de' sassi, ch'ella non corre per le dette radice d'erbe, onde, oltre a quella neve resoluta, che la state ingrossa li fiumi, gran parte è quella che penetra per le dette fessure de' sassi, che compongono li monti. Qui seguirò, e farò un poco di discorso del trovare le acque, benchè paia alquanto fori del nostro ordine, e po' le metterò per ordine alli lor lochi nel distendere dell' opra. Dico che quella acqua più penetra un medesimo terreno, dov'elli è più piano, e men penetra, dove esso è manco obbliquo. Ancora, in pari planizia, quel terren sarà più penetrato, dove esso è manco denso e manco grasso; e così de converso. E dove le pietre si mostrerà per taglio, o poche obblique inverso il cielo, quivi fia gran penetrazione d'acqua, e massime quando tal pietre son tramezzate da lastre alberesi; e poco fien penetrate quelle falde, che saran tramezzate da grassa creta; e se le pietre, che si mostrano al cielo colle lor fronti, sarà lastre di minuta grossezza, queste fien bevitrice d'assai acqua piovana, la qual

tutta si scaricherà al primo piegamento di falde. Dove le lastre fieno più grosse, ancor che stieno per ritto, quivi penetra meno le acque; e dove più sottili, più, come dissi, fien penetrate dall'acque. Dove li terreni saran sabbionosi, quivi fia abbondanza d'acqua. Dove fia ghiara grossa, l'acqua per tutto fia beùta, e si fuggirà con prestezza del suo fondo. Sonci l'acque dell' Adice, delle quali si dirà le varietà, secondo li terreni, rene, e ghiare ». Benchè in questo passo Leonardo faccia discorso degli strati solo per incidente, pure non manca di notarne il diverso spessore e la diversa permeabilità e lo stato di formazione e, più di tutto, la loro obbliquità e verticalità ed i loro piegamenti, che tanta importanza hanno in geologia.

Più esplicitamente parla degli strati nel foglio 36 *r.* di *Leicester*: « Li suoli, o ver falde delle pietre, non passano troppo sotto le radici de' monti, ch'elle sono di terra, da far vasi, piena di nichi; e ancora queste vanno poco sotto, che si trova la terra comune, come si vede ne' fiumi, che scorran la Marca e la Romagnia, usciti dalli monti Appennini ». Qui par che voglia dire, che le argille fossilifere subapennine non penetrino sotto le radici dei monti mesozoici. Ma il passo è oscuro, nè è molto rischiarato da un piccolo schizzo a margine, l'unico disegno di Leonardo da riferirsi alla geologia propriamente detta, rappresentante sommariamente la sezione di un monte, a stratificazione inclinata.

Similmente oscuri sono alcuni dei quesiti, che egli si pone nel foglio 20 *r.*: « Se tutto il mare si posa sopra tutto il suo fondo, la parte del mare si debbe posare sopra la parte del fondo. Perchè e' fiumi sempre entran turbi di sottile lita infra le acque salse, e sempre il mare à ai suoi liti arida e ruvida rena. Perchè son trovate l'ossa de' gran pesci e le ostriche e coralli e altri diversi nichi e chiocciole sopra l'alte cime de' monti marittimi, nel medesimo modo che si trovan ne' bassi

mari... Come le rive del mare al continuo acquistano terreno inverso il mezzo del mare. Come li scogli e promontori de' mari al continuo ruinano e si consumano. Come e' mediterrani scopriranno i lor fondi all'aria, e sol riserberanno il canale al maggior fiume, che dentro vi mette, il quale correrà all'oceano e ivi verserà le sue acque insieme con quelle di tutti i fiumi, che con seco s'accompagnano ». Ad alcuni di questi quesiti risponde egli stesso più chiaramente nel foglio 36 *r.*, quando, scrivendo dei movimenti delle aree marine e continentali, osserva : « e questa ancora potrebbe essere causa ; che li nichi e ostrighe, le qual si veggano per li alti monti, essendo già state sotto le acque salse, al presente si trovassino in tanta altura, insieme colle pietre faldate, già composte di suoli di fanghi portati dalli fiumi nelli laghi, stagni e mari : e in questo caso non è nessuna cosa, che repugni alla ragione ». Qui Leonardo con poche parole indica chiaramente quale sia l'origine degli strati o, com'egli dice, delle pietre faldate, che compongono i monti di origine sedimentaria.

Ma l'origine stessa degli strati lo occupa più intensamente e profondamente in altri fogli del manoscritto di *Leicester,* nei quali egli la discute e la descrive con tanta perspicuità di veduta, lucidità di comprensione e nitidezza di forma, che non trova pari in nessun libro moderno di geologia. Vedasi, p. es., questa rapida, sintetica descrizione del successivo formarsi degli strati sedimentari dal monte al mare, nel foglio 6 *v.* : « Il fiume, che esce de' monti, pone gran quantità di sassi grossi nel suo ghiareto, i quali sassi sono ancora con parte de' sua angoli e lati ; e nel processo del corso conduce pietre minori con angoli più consumati, cioè, le gran pietre fa minori ; e più oltre pon ghiaia grossa, e po' minuta ; e seguita rena grossa, e poi minuta ; di poi procede lita grossa, e poi più sottile ; e così seguendo, giugne al mare l'acqua turba di rena e di lita : la rena scarica

sopra de' liti marini pel ricitramento dell'onde salse, e segue la lita di tanta sottilità, che par di natura d'acqua; la qual non si ferma sopra de' marin liti, ma ritorna indietro coll'onda, per la sua levità, perchè nata di foglie marce e d'altre cose levissime, sì che, essendo quasi, com'è detto, di natura d'acqua, essa poi, in tempo di bonaccia, si scarica e si ferma sopra del fondo del mare, ove, per la sua sottilità, si condensa, e resiste all'onde, che sopra vi passano, per la sua lubricità; e qui stanno i nichi, e quest'è terra bianca da far boccali ». In questo passo, osserva Gerolamo Calvi nell'introduzione al codice di *Leicester,* Leonardo, prendendo a dire del « fiume che esce de' monti », incomincia a scrivere « Il fiume Vin », ma, tosto interrompendosi e cancellando il nome, lasciato a mezzo, dell'oscuro Vincio, che scende di balza in balza tra le pendici natìe, espone in forma generale un' osservazione locale. Così, partendo dalle prime osservazioni fatte sotto il paesello nativo, Leonardo ci ha condensato in un quadretto luminosissimo il passaggio graduale dalla breccia, per la ghiaia, l'arena ed il fango, fino alla finissima argilla conchiglifera dei fondi marini, buona, come egli dice, da far boccali.

Questa trasformazione graduale delle rocce, dal monte al mare, è descritta con maggiori particolari nel foglio 31 *v.* dello stesso codice: « Tutte l'uscite dell'acque, dal monte nel mare, portan con seco li sassi del monte in esso mare; e, per la inondazion dell'acque marine contro alli sua monti, esse pietre eran rebuttate inverso il monte; e nell'andare e nel ritornare indirieto delle acque al mare, le pietre insieme con quella tornavano, e, nel ritornare, li angoli loro insieme si ripercuotevano, e, come parte men resistente alle percosse, si consumavano, e facean le pietre sanza angoli, in figura ritonda; come ne' liti dell'Elba si dimostra; e quelle rimanean più grosse, che manco s'eran remosse dal lor nascimento; e così quello si facea minore, che

più si rimovea in ghiara minuta, e poi in rena, e in ultimo in fango. Di poi che 'l mare si discostò dalli predetti monti, la salsedine lasciata del mare, con altro omore della terra, à fatto una collegazione a essa ghiara e rena, che la ghiara in sasso, e la rena in tufo s'è convertita. E di questo si vede l'esempio in Adda, all'uscire de' monti di Como, e in Tesino, Adice, Oglio, e Adriano dell'Alpi de' Tedeschi; e 'l simile d'Arno, del monte Albano, intorno a Monte Lupo e Capraia, dove li sassi grandissimi son tutti di ghiaia congelata, di diverse pietre e colori. Quella cosa, che sarà più lieve, più remota fia portata dalli fiumi dal loco, onde le sue acque lo tolsono; e così la più grave fia per minore spazio remossa dal loco, onde si divise ». Qui, dopo aver seguito il passaggio graduale delle pietre al fango, Leonardo descrive la ricementazione della ghiaia in puddinga, e dell'arena in arenaria, a formare gli strati, costituenti l'ossatura delle montagne.

Dei quali strati delle montagne, e delle loro origini e delle loro vicende si occupa poi particolarmente nel foglio 10 *r.* di *Leicester*: « Come le Alpe galliche sono la più alta parte dell'Europa. Come le radici settentrionali di qualunque alpe non sono ancora petrificate; e questo si vede manifestamente dove i fiumi, che le tagliano, corrano inverso settentrione, li quali taglian nell'altezze de' monti le falde delle pietre vive; e, nel congiungniersi colle pianure, le predette falde son tutte di terra da fare boccali, come si dimostra, in Val di Lamona, foce al fiume Lamona nell'uscire del monte Appennino, far sì le predette cose nelle sue rive. Come li fiumi àn tutti segati e divisi li membri delle grand'alpe l'uno dall'altro; e questo si manifesta per lo ordine delle pietre faldate, che, dalla sommità del monte insino al fiume, si vede le corrispondenze delle falde esser così da l'un de' lati del fiume, come dall'altro. Come le pietre faldate de' monti son tutti e' gradi de' fanghi,

posati l'un sopra l'altro per le inondazioni de' fiumi. Come le diverse grossezze delle falde delle pietre son create da diverse inondazioni de' fiumi, cioè maggiori ondazioni o minori. Come nelle falde, infra l'una e l'altra, si trova ancora li andamenti delli lombrici, che camminavano infra esse, quando non era ancora asciutta. Come tutti li fanghi marini ritengano ancora de' nichi, ed è petrificato il nichio insieme col fango. Della stoltizia e semplicità di quelli, che vogliano che tali animali fussi in tali lochi, distanti dai mari, portati dal diluvio. Come altra setta d'ignoranti affermano, la natura o i celi averli in tali lochi creati per infrussi celesti, come in quelli non si trovassi l'ossa de' pesci cresciuti con lunghezza di tempo, come nelle scorze de' nichi e lumache non si potesse annumerare gli anni o i mesi della lor vita, come nelle corne de' buoi e de' castroni, e nella ramificazione delle piante, che non furon mai tagliate in alcuna parte. E avendo con tali segni dimostro la lunghezza della lor vita essere manifesta, e' ci bisognia confessare che tali animali non vivino sanza moto per cercare il lor cibo, e in lor no si vede strumento da penetrare la terra o 'l sasso, ove si trovano rinchiusi. Ma in che modo si potrebbe trovare 'n una gran lumaca i rottami e parte di molt'altre sorte di nichi di varie nature, se, essa sopra de' liti marini già morta, non li fussino state gittate dentro dalle onde del mare, come l'altre cose lievi, che esso gitta a terra? Perchè si trova tanto rottame e nichi interi fra falda e falda di pietra, se, già quelli sopra del lito, non fussi stata ricoperta da nuova terra rigittata dal mare, la qual poi si venne petrificando? E se 'l diluvio predetto li avessi in tali siti dal mare portato, tu troveresti essi nichi in al termine di una sola falda, e non al termine di molte, dove si po annumerare le vernate delli anni, che 'l mare multiplicava le falde della rena e fango, portandoli da' fiumi vicini, e ch'elli scaricava in su' liti sua. E se tu volessi dire che più

diluvi fussino stati a produrre tali falde, e nichi infra loro, e' bisognierebbe che ancora tu affermassi, ogni anno essere un tal diluvio accaduto. Ancora infra li rottami di tal nichi si prosume, in tal sito essere spiaggia di mare, dove tutti i nichi son gittati rotti e divisi, e non mai appaiati, come infra 'l mare vivi si trovano, con due gusci, che fan coperchio l'uno all'altro. E infra le falde della riviera e de' liti marittimi son trovati e' rottami; e dentro alli termini delle pietre son trovati rari e appaiati di gusci, come quelli che furon lasciati dal mare sotterrati vivi dentro al fango, il qual poi si seccò e col tempo si petrificò ». Le osservazioni, contenute in questo foglio, sono, come si vede, molto interessanti e complicate. Leonardo parte dalla visione delle Alpi occidentali, o galliche, che egli giustamente ritiene rappresentare la parte più alta d'Europa. Dalle Alpi occidentali passa con la mente a tutta la cerchia alpina e nota che i fiumi, fluenti a settentrione, verso le pianure traversano i molli terreni argillosi terziari, mentre nei nuclei centrali segano le pietre vive, secondarie e primarie, dei monti. Anzi le forme dei singoli monti sono create proprio dall'erosione dei fiumi, che ha segato e diviso i membri della grande cerchia alpina. Ciò si desume dalla corrispondenza degli strati nei due fianchi delle valli alpine. E questi strati, così semplici e così misteriosi, come si sono essi formati? Perchè sono di diverso spessore e perchè e come sono separati uno dall'altro? Questo problema, che ancora affatica i cervelli dei geologi moderni, tormenta anche la mente di Leonardo, che cerca e dà per esso una soluzione. Ma la soluzione lo mette di nuovo in confronto dei fossili sui monti, e delle idee di quei semplici e stolti, che li volevano là portati dal diluvio, e delle fantasie di quell'altra setta d'ignoranti, che li voleva là creati per influssi celesti. Ed eccolo accumular di nuovo prove di biologia marina e di geografia fisica, per dimostrare, che i fossili sono avanzi di animali

marini, gettati sulle sponde e sepolti nei fondi dei mari, che sono poi divenuti, coi loro strati di rocce fossilifere, nel lungo lasso del tempo, cime di monti.

Della formazione ed origine degli strati si occupano altri fogli di altri manoscritti di Leonardo; così, p. es., il foglio 160 *a.* del *Codice Atlantico*: « Li sassi si compongono a falde, o vero a gradi, secondo lo scaricamento delle turbolenze portate dal corso de' fiumi. Li sassi non sono dove non fu mare o lago... Le vene ne' sassi son rotture fatte dalle falde quando si seccorono e si privorono dell'umido, che allora da sottil materia fur riempiute tali crepature». Similmente il foglio 134 *v.* del manoscritto *Della natura, moto e peso delle acque*: « Creansi li sassi faldati, nelle gran profondità de' mari, perchè il fango, che le fortune spiccano dai lidi marini, esse ne li portano in alto mare con le onde reflesse, dopo le quali fortune si scaricano sopra de' fondi de' mari, dove non avendo mai fortuna il mare per la gran distanza ch'esso ha dalla superficie, si ferma e si petrifica, e alcuna volta resta in creta bianca da far boccali, e così a gradi di diverse obliquità si compone con suoli di tante varie grossezze, quante sono le varietà delle fortune maggiori o minori ». Si occupa dello stesso argomento nel foglio 138 *r.* del manoscritto del *British Museum*: « Ogni parte della profondità, che à la terra per alquanto spazio, è fatta a suoli, e ogni suolo è composto di parti più grave e più lieve l'una che l'altra; nel profondarsi è più grave, e questo si prova, perchè questi tali soli son composti dalle turbolenzie delle acque scaricate in mare dal corso de' fiumi che in quello versano: delle quali turbolenze la parte più grave fu quella che prima si scaricò successivamente, e questo fa l'acqua dove ella si ferma, levando prima dov'essa si move. E di questi tali suoli di terra si manifesta nelli lati di fiumi, che coi lor continui corsi ànno secati e partiti con gran profondità di tagli l' un

monte dall'altro dove per li ghiaiosi soli l'acque sono scolate, e per questo la materia si è seccata e convertita in dura pietra, e massime di quel fango che era più sottile: e questo ci fa concludere che ogni parte della superficie terrestre fu già centro della terra e così de converso ». Così, con improvviso volo di pensiero, Leonardo passa dalla formazione degli strati a quella delle montagne e da questa all'evoluzione di tutta la superficie terrestre.

In quanto alla formazione delle montagne, Mario Baratta, che riporta i su citati passi nel suo libro su *Leonardo da Vinci ed i problemi della terra*, giustamente fa notare, che Leonardo, trascurando gli antichi insegnamenti della scienza greca, accolti anche da Alberto Magno, Ristoro d'Arezzo, Gerolamo Cardano, etc., i quali calcolano anche le forze endogene della terra come cause dell'orogenesi, attribuisce l'origine dei monti solo all'azione erosiva delle acque esteriori: azione, che egli sintetizza nel foglio 2 *r.* del manoscritto *K* con la celebre definizione: « l'acqua è 'l vetturale della natura ». Più diffusamente tale azione è descritta nel foglio 11 *v.* del manoscritto *F*: « Se la terra delli antipodi, che sostiene l'oceano, s'innalzassi e si scoprissi assai fori d'esso mare, essendo quasi piana, in che modo sarebbe poi col tempo a creare li monti e le valli, e li sassi di diverse falde? Il fango, overo rena, d'onde l'acqua scola, quando rimangono scoperti dalle innondazioni de' fiumi, c'insegna quel che di sopra si dimanda. L'acqua, che scolasi dalla terra scoperta dal mare, quando essa terra s'innalzassi assai sopra del mare, ancora ch'ella fusse quasi piana, comincierebbe a fare diversi rivi per le parti più basse d'esso piano e così, cominciando a scavare, si rifarebbero ricettaculo delle altre acque circunstanti: e a questo modo in ogni parte della sua lunghezza acquisterebbe e larghezza e profondità, sempre crescendo le sue acque in sino a tanto, che tutta tale acqua

scolerebbe, e queste tali concavità sarieno poi li corsi de' torrenti che ricevano l'acque delle piove; e così si andrebbon consumando i lati di tali fiumi, insino a tanto che i tramezzi d'essi fiumi si farebbono acuti monti e, così scolati, tali colli comincerebbono a essicarsi e creare le pietre a falde maggiori o minori, secondo le grossezze de' fanghi che li fiumi portarono in tali mari per li loro diluvi ». Si vede di qui, come Leonardo avesse chiara l'intuizione, che i fondi dei mari sono costituiti da strati sedimentali orizzontali, ma non immaginasse, come tali strati possano essere sollevati, raddrizzati e piegati dalle interne forze orogeniche. Egli quindi, per spiegarsi l'origine dei monti, suppose che i fondi marini, restati in secco per lo spostamento negativo del mare, fossero segati, erosi ed approfonditi dalle acque correnti, così come avviene dei terreni alluvionali, quando restano in secco, dopo il ritiro delle inondazioni dei fiumi. In tale guisa, egli dice nel foglio 321 *v.* del *Codice Atlantico*: « Ogni valle è fatta dal suo fiume, e tal proporzione è da valle a valle, quale è da fiume a fiume ». Certo, tale concezione di Leonardo sulla origine delle montagne, si verifica in quelle parti della superficie terrestre, in cui larghi sollevamenti epeirogenici fanno emergere grandi tratti orizzontali di antichi fondi marini: come ciò è avvenuto, p. es., in quella parte dell'America Settentrionale, segata ed erosa dal Colorado e dai suoi affluenti nel modo descritto appunto da Leonardo da Vinci. Ma questi non comprese, che nell'Appennino, nelle Alpi e nelle altre catene montuose, dello stesso tipo di montagne a pieghe, le forze interne della terra hanno dato il primo abbozzo, cui le acque esteriori hanno aggiunto il lavoro di finitura e di cesello. Questo lavoro secondario era invece per lui così essenziale, da fargli sentenziare, nel foglio *a* del *Codice Atlantico*: « Li monti sono facti dalli corsi de' fiumi; li monti son disfacti dalle pioggie e dalli fiumi ».

La seconda parte di questa sentenza conserva ancor oggi, nella moderna geologia, tutto il suo valore; la prima parte invece deve essere integrata con l'aggiunta delle forze endogene come cause formatrici di montagne e continenti. Ma di queste forze endogene Leonardo non aveva cognizione. Egli, che fondava tutta la sua scienza sull'osservazione e sull'esperienza e non si fidava della tradizione nè del sentito dire e del visto da altri, non potè avere chiara idea delle forze interne, quali gli si sarebbero potute rivelare, p. es., nell' Italia meridionale, a lui ignota, e trasse quindi le sue conclusioni geologiche dalle osservazioni ed esperienze, personalmente da lui fatte, sull'azione delle forze esogene nelle contrade da lui visitate, quali l'Italia centrale e settentrionale e la Francia, dove le acque sono appunto le forze attuali maggiormente in azione. Quindi egli con ragione poteva conchiudere, che i monti sono fatti dai fiumi e disfatti dalle piogge e dai fiumi. Del resto questa sua concezione, se anche imperfetta ed incompleta, sull'origine dei monti, non è che una parte della sua grande visione geologica delle formazioni e transformazioni della terra.

La visione leonardesca dei grandi mutamenti della terra è quella, che forma la parte più audace e stupefacente della sua geologia. Giacchè anche altri, subito dopo di lui, descrissero il mutarsi dei mari con le terre sulla superficie del nostro pianeta: ma ciò fecero, ricavandolo dalla tradizione della scienza greco-latina, trasmessa loro principalmente con la filosofia di Aristotele, la prosa di Plinio e la poesia di Ovidio. Solo Leonardo però giunse da sè a tale ampiezza di veduta sulla mutabilità della terra, inducendola da ciò che egli stesso aveva con i suoi occhi veduto e con la sua mente dalle sue osservazioni elaborato e ricostruito.

Già le sue osservazioni, dianzi riportate, sul lavoro di erosione delle acque correnti, lo avevano condotto ad intuire quali

transformazioni quel lavorò producesse sulla faccia della terra, facendogli scrivere, nel foglio 1 *v.* del codice di *Leicester*: « Come le valli furon già coperte in gran parte da laghi, non perchè sempre il suo terreno fece argine a' fiumi, e da mari, i quali poi, colla perseverazione de' fiumi, che creava l'acque, ch'è nelli monti, segarono li monti, e li fiumi, co' lor vagabondi corsi, portarono via le alte pianure incluse dalli monti; e le segature de' monti sono note per le falde delle pietre, che si corrispondano nelle lor tagliature fatte dalli detti corsi de' fiumi ». Così egli enuncia questa legge generale di trasformazione, cui subito dopo fa seguire, nello stesso foglio, il caso particolare di applicazione dei mutamenti avvenuti nella valle del Danubio e nel Ponto, Propontico ed Egeo, che riporteremo più oltre, fermandoci su questo ed altro, che egli ci ha lasciato scritto sul passato della terra. Alla legge generale invece egli si attiene nei cenni brevi abbozzati nel foglio 20 *r.* di *Leicester*: « Come la rena si scarica nelle foci de' fiumi. Come, per li vari venti, le globosità de' monti della rena coperta dalle acque salse muta sito e figura e numero e grandezza. Come le rive del mare al continuo acquistano terreno inverso il mezzo del mare. Come li scogli e promontori de' mari al continuo ruinano e si consumano. Come e' mediterrani scopriranno i lor fondi all'aria, e sol riserberanno il canale al maggior fiume, che dentro vi metta, il quale correrà all'oceano e ivi verserà le sue acque insieme con quelle di tutti i fiumi, che con seco s'accompagnano ». Anche qui, dal caso particolare dell'arena deposta alla foce dei fiumi egli ascende per gradi all'ampia visione del prosciugamento di interi mari mediterranei. Gli analoghi concetti generali di trasformazioni telluriche sono contenuti nel foglio 76 *r.* del manoscritto *L*: «Le sommità de' monti per lungo tempo sempre s'innalzano. I lati oppositi de' monti sempre si avvicinano: le profondità delle valli, le quali son sopra la spera

dell'acqua, per lungo tempo s'appropinquano al centro del mondo. In egual tempo molto più si profondano le valli che non s'alzano i monti. La base de' monti sempre si fanno più strette. Quando la valle più si sprofonda più si consuma de' sua lati in più brieve tempo ». Alla consunzione dei monti per opera delle acque vallive accenna anche nel *Trattato della pittura,* ed. 1882, vol. II, § 805 : « gli è necessario concedere che le basi de' monti e de' colli al continuo si ristringono : 'sendo così non si pò negare che le valli non si allarghino. » Il quale concetto è ripetuto, in diversa forma, nel foglio 259 *r.* del *Codice Atlantico* : « Le valli al continuo si fan di superfizie tanto più alta, quanto esse più si avvicinano al mare. Pruovasi per la 10ª che disse : li fiumi al continuo portar terreno dalli monti al mare, e nulla portano dal mare a monti. » Con ciò ci si entra nel campo dei rapporti tra terra e mare, che sono accennati nel foglio 321 *v.* del *Codice Atlantico* : « Tutte le pianure, che son dalli mari alli monti, sono già state coperte dall'acqua salsa. » E similmente sono indicati nel foglio 45 *v.* dello stesso codice : « Nessuna parte della terra si scopre dalla consumazione del corso dell'acqua, che già non fussi superfizie di terra vedute dal sole.» Tali rapporti tra mare e terra sono precisamente poi definiti nel foglio 126 *v.* del *Codice Atlantico* : « Io truovo il sito della terra essere ab antico nelle sue pianure tutto occupato e coperto dall'acque salse, e i monti, ossa della terra, colle loro larghe base penetrare e elevarsi infra l'aria, coperti e vestiti di molta ed alta terra. Di poi le molte pioggie, accrescimento dei fiumi, con ispessi lavamenti à dispogliati in parte l'alte cime d'essi monti, lasciando il loco della terra, il sasso si trova essere circondato dall'aria, e la terra d'essi lochi partita. E la terra delle spiaggie e dell'alte cime delle montagne è già discesa alle sue base, e à alzato i fondi de' mari, ch'esse base circavano, e fatta discoperta pianura, e di lì, in alcun loco, per lontano spazio à cacciato

i mari ». Così la funzione denudatrice delle acque continentali è messa in vicenda con la funzione creatrice di nuove terre, emergenti a poco a poco dal mare.

La denudazione produce, secondo Leonardo, alleggerimento delle aree continentali del nostro emisfero, mentre l'accumulazione dei sedimenti aggrava i fondi oceanici dell'emisfero australe. Ciò finisce, nel tempo lunghissimo, con mutare il centro di figura della terra e l'equilibrio della sua superficie. Nel foglio 5 *r.* di *Leicester* egli si pone questo problema: « Questi libri contengono, in ne' primi, della natura dell'acqua in sè, ne' sua moti; li altri contengano delle cose fatte da e' sua corsi, che mutano il mondo di centro e di figura ». Lo ripete nel foglio 9 *r.*: « Farai prima un libro, che tratti de' lochi occupati dalle acque dolci; e 'l 2°, dall'acque salse, e 'l 3°, come, per la partita di quelle, queste nostre parti son fatte più lievi, e per conseguenza più remosse dal centro del mondo ». Questo concetto, qui accennato concisamente, è dichiarato più ampiamente nel foglio 13 *v.* del manoscritto *L*: « Il centro del mondo sempre muta sita nel corpo della terra fugiendosi diverso il nostro emisperio. Questo si dimostra pel sopra detto terreno il quale è tolto continuo dalla spiaggia over lati de' monti, e portato a' mari che quanto più leva di qua più allegierisce, e per conseguenza più aggrava dove tal terreno è scaricato dall'onde marittime, onde è necessario che tal cientro si muti di sito ». Ancora più diffusamente lo stesso argomento è trattato nel foglio 4 *v.* del manoscritto *E*, in un capitolo intitolato *Del mare che muta il peso della terra*: « Li nichi, ostrighe e altri simili animali, che nascano nelli fanghi marini, ci testificano la mutazione della terra intorno al cientro dei nostri elementi: pruovasi così: Li fiumi reali sempre corran con torbidine, mediante la terra, che per lor si leva mediante la confregazion delle sue acque sopra il fondo e nelle sue rive, e

tal consumazione scuopre la fronte de' gradi fatti a suoli di quelli nichi che stan nella superficie del fango marino, li quali in tal sito nascierono, quando l'acque salse li coprivano. E questi tali gradi eran ricoperti di tenpo in tenpo dalli fanghi di varie grossezze condotti al mare dalli fiumi con diluvi di diverse grandezze; e così tali nichi restavan murati e morti sotto tali fanghi conposti in tanta altezza, che tal fondo si scopriva all'aria. Ora questi tali fondi sono in tanta altezza, che son fatti colli o alti monti, e li fiumi, consumatori de' lati d'essi monti, scoprano li gradi d'essi nichi, e così il levificato lato della terra al continuo s'inalza, e li antipodi s'accostano più al cientro del mondo, e li antichi fondi del mare son fatti gioghi de' monti ». Qui dunque chiaramente dice, che il centro di gravità della terra si avvicina alle aree oceaniche australi, nostre antipodi, allontanandosi dalle nostre aree continentali più leggere. Similmente si esprime nel foglio 17 *r.* del manoscritto *L*: « Quella parte della superfizie di qualunque grave si farà più remota dal centro di tale gravità, la quale si farà di maggiore levità. Adunque la terra, elemento dove li fiumi levano le spiaggie de' monti e portano al mare, è 'l loco donde tal gravità si remove; essa si farà più lieve e per conseguenza più si farà remota dal cientro di gravità della terra, cioè del centro dell'universo, che è concentrico sempre col centro della gravità della terra ». Ora è noto, che le moderne ricerche sulla distribuzione della gravità sulla terra hanno constatato un difetto di essa nelle aree montuose ed un eccesso nelle aree oceaniche, per cui la crosta terrestre viene a risultare più grave e densa nelle depressioni oceaniche e più lieve nelle catene montuose: proprio come aveva intuito Leonardo.

Vero è che Leonardo, come fa osservare Mario Baratta a pag. 258 del suo libro su *Leonardo da Vinci e i problemi della terra*: « non vuole alludere a nulla di tutto ciò, ma solo al

fatto che le regioni montuose, più esposte che non le altre all'azione degli agenti degradatori, sono continuamente alleggerite per il trasporto di materiali rocciosi operato dalle acque, mentre all'incontro sono rese più pesanti quelle ove tali materiali vengono depositati. Come pure nessun accenno possiamo ritenere sia fatto nell'alzarsi ed abbassarsi di porzioni di crosta ammesso da Leonardo, con la genesi dei rilievi terrestri, per pressione isostatica. Essendo le masse elevate più leggiere, e le più basse più pesanti, ambedue esercitano una pressione presso a poco eguale sugli strati fluidi o plastici sottostanti, nei quali si mantengono in equilibrio. Ma se questo viene disturbato per un trasporto di massa, di necessità deve essere ristabilito con uno spostamento della crosta. Ora, siccome vengono demoliti i continenti e, d'altra parte, deposti dei sedimenti nel mare lungo le coste, si causa un movimento diretto dalla zona sedimentare aggravata verso il continente, che da sua parte cerca di compensare la diminuzione del peso mediante un sollevamento. Tale pressione isostatica, secondo Dutton, sarebbe sufficiente a produrre le pieghe, che si osservano nei depositi. Il pensiero di Leonardo invece non si rivolge a tale complicato meccanismo, ben lungi da solo a spiegare interamente la struttura superficiale della terra, ma bensì riguarda solo l'innalzamento successivo delle formazioni sedimentarie in seno ai mari, innalzamento non operato da alcuna forza, ma solo ed esclusivamente dovuto all'aumento successivo di spessore dei sedimenti stessi per la continuata sovrapposizione di nuovi materiali stati abrasi, trasportati ed ivi deposti ». Le osservazioni di Baratta sono giuste, nel senso che Leonardo con le sue riflessioni non aveva affatto anticipato per divinazione, come sembrerebbe a prima vista, la moderna teoria dell'isostasi.

Ma non è men vero, che Leonardo sia stato effettivamente il primo ad intuire, si può anzi dire, divinare, questo squilibrio

di peso tra aree di denudazione ed aree di sedimentazione, tra catene montuose e fondi oceanici, ed a dedurne l'effetto, che esso può avere sullo spostamento del centro di figura e di gravità della terra. Di tale effetto e delle sue conseguenze geologiche egli scrive, con linguaggio meno chiaro del solito, perchè meno chiaro era il concetto nella mente, nel foglio 36 *r.* del codice di *Leicester* : « Ora, se, com'è detto, egli è possibile, ch'essendo il centro del mondo situato nell'acqua, che alcuna volta, per la continua confregazione, che à l'acqua per le vene, onde passa, che ella abbia allargato in modo tali vene, che le parti della terra, che s'interpone infra esse vene, essendo consumata la tenacità col suo rimanente, che la sua gravità, che ess'à acquistato per essere sopra dell'acqua, che ella sia spiccatasi da esso rimanente e caduta inverso il cientro, e quello fatto concentrico col centro della sua gravità. E per questo il rimanente della terra, essendosi fatto più lieve da quella parte, donde cadde la detta gravità, per necessità si rinnoverà dal centro del mondo, e uscirà la terra e li monti fora della sfera dell'acqua dalla parte alleggerita, e farassi ancor più lieve, pel peso dell'acqua, che sopra se le posava, e tanto più verrà a elevarsi inverso il cielo. E la sfera dell'acqua in questo caso non muta sito, perchè la sua acqua riempie il loco, donde la gravità di quella parte della terra, che cadde, si divise ; e così resta il mare in sè, sanza mutazion d'altezza ; e questa ancora potrebbe essere causa, che li nichi e ostrighe, le qual si veggano per li alti monti, essendo già state sotto le acque salse, al presente si trovassino in tanta altura, insieme colle pietre faldate, già composte di secoli di fanghi portati dalli fiumi nelli laghi, stagni, e mari : e in questo caso non è nessuna cosa, che repugni alla ragione ». Più chiaro invece s'esprime nel foglio 10 *r.* dello stesso codice di *Leicester,* in cui alla teoria generale aggiunge un caso di applicazione particolare : « Il moto del centro

di gravità della terra è nato dal moto della terra portata dalle acque dov' ella non era, e quivi à aggravato, e alleggerito dond'ella si remosse. Questo si vede manifesto, che sempre i fiumi portano con seco la terra, che li intorbida, insino al mare, dov'ella poi, posando la terra, si rischiara; per lo qual cammino è passata tutta la terra, che manca alle valli de' monti e corsi de' fiumi. Quella parte della terra s'è più alienata dal centro del mondo, la qual s'è fatta più lieve. E quella parte della terra s'è fatta più lieve, per la quale è passato maggior concorso d'acque. Èssi adunque fatta più lieve quella parte, donde scola più numero di fiumi, come l'Alpi, che dividano la Magnia e la Francia dalla Italia; delle quali escie il Rodano a mezzodì, e il Reno a tramontana, il Danubio over Danoia a greco, e 'l Po a levante, con innumerabili fiumi, che con lor s'accompagniano, i quali sempre corran torbidi della terra da loro portata al mare. Movansi al continuo i liti marittimi inverso il mezzo del mare, e lo scaccian del suo primo sito. Riserverassi la più bassa parte del Mediterrano per letto e corso del Nilo, fiume massimo, che versa in esso mare. E con lui s'accompagnierà tutti li fiumi sua aderenti, che prima in esso mare le acque loro versar soleano, come far si vede al Po colli aderenti sua, li quali prima versavan nel mare, che infra l'Appennino e le Germaniche Alpi si serrava, unito col mare Adriatico ». Con questo caso particolare, riguardante il sollevamento della catena alpina con le sue ramificazioni mediterranee ed il futuro prosciugamento del bacino stesso del Mediterraneo, Leonardo entra nel campo delle speculazioni sul passato ed il futuro della terra, sul quale nessun'altro, fino al tempo suo e per più di due secoli ancora dopo di lui, ha spaziato con più audace volo di pensiero.

Naturalmente, nel parlare d'un passato e d'un futuro, e quindi di un continuo divenire, della terra, viene a considerarsi la terra stessa come un corpo vivente, soggetto anch'esso al na-

scere, al trapassare, al morire. E di ciò Leonardo era pienamente convinto. Quest'analogia di vita tra la terra ed i corpi degli animali, e quindi degli umani, induce ad immaginare anche un'analogia di struttura tra il corpo della terra e quello dell'uomo. In ciò Leonardo segue una concezione, come ha indicato Baratta, accolta da molti scrittori anteriori a lui, quali Brunetto Latini, Ristoro d'Arezzo, etc., ed anche posteriori, quale, p. es., Giordano Bruno. La concezione deriva dall'antichità ed era passata nel Medio Evo probabilmente mediante Seneca, che l'esprime nel § 15 del libro III delle sue *Naturalium Quaestionum* : « Placet natura regi terram, et quidem ad nostrorum corporum exemplar, in quibus et venae sunt et arteriae : illae sanguinis, hae spiritus receptacula. In terra sunt alia itinera, per quae aqua, et alia, per quae spiritus currit : adeoque illam ad similitudinem humanorum corporum natura formavit, ut maiores quoque nostri aquarum appellaverint venas. Sed quemadmodum in nobis non tantum sanguis est, sed multa genera humoris, alia necessarii, alia corrupti, ac paulo pinguioris : in capite cerebrum, in ossibus medullae, muci, salivaeque et lacrimae, et quiddam additum articulis, per quod citius flectantur ex lubrico : sic in terra quoque sunt humoris genera complura ». Il medesimo paragone, con parole simili, è adoperato da Leonardo nel foglio 55 *v*. del manoscritto *A* : « L'omo è detto da li antiqui mondo minore. E cierto la dizione d'esso nome è bene collocata, imperochè sì come l'omo è composto di terra, acqua, aria e foco, questo corpo della terra è il simigliante : se l'omo à in sè osso, sostenitori e armadura della carne, il mondo à i sassi, sostenitori della terra : se l'omo à in sè il laco del sangue, dove crescie e discrescie il polmone nello alitare, il corpo della terra à il suo ocieano mare, il quale ancora lui crescie e discrescie ogni sei ore per lo alitare del mondo : se dal detto lago di sangue dirivano le vene, che si

vanno ramificando per lo corpo umano, similmente il mare ocieano empie il corpo della terra d'infinite vene d'acqua. Mancano al corpo della terra i nervi, i quali non vi sono, perchè i nervi son fatti al proposito del movimento; e il mondo, sendo di perpetua stabilità, non v'accade movimento, e non v'accadendo movimento, i nervi non vi sono neciessari. Ma in tutte l'altre cose sono molto simili ». Qui Leonardo intende bene, che si tratta solo d'una similitudine, ed indica appunto i nervi, causa di movimenti, come caratteristici degli animali, specialmente superiori, ed estranei quindi alla terra, che non ha tale sorta di movimenti.

Infatti nel foglio 34 *r.* di *Leicester* Leonardo, volendo di nuovo parlare della vita della terra, si limita ad indicarla come una vita vegetativa: « Nessuna cosa nasce in loco, dove non sia vita sensitiva, vegetativa e razionale. Nasce le penne sopra li uccelli, e si mutano ogni anno; nasce li peli sopra li animali, e ogni anno si mutano, salvo alcuna parte, come li peli delle barbe de' lioni e gatte e simili; nasce l'erbe sopra li prati, e le foglie sopra li alberi, e ogn'anno in gran parte si rinnovano: adunque, potrei dire, la terra avere anima vegetativa, e che la sua carne sia la terra; li sua ossi sieno li ordini della collegazione de' sassi, di che si compongano le montagne; il suo tenerume sono li tufi; il suo sangue sono le vene delle acque; il lago del sangue, che sta di torno al core, è il mare oceano; il suo alitare è 'l crescere e discrescere del sangue pelli polsi, e così, nella terra, è il frusso e refrusso del mare; e 'l caldo dell'anima del mondo è il foco, ch'è infuso per la terra, e la residenza dell'anima vegetativa sono li fochi, che, per diversi lochi della terra, spirano in bagni, e in miniere di zolfi, e in vulcano, e Mongibello di Cicilia, e altri lochi assai ». Qui Leonardo giustamente intuisce come « il foco ch'è infuso per la terra » sia la causa unica delle acque termali, delle miniere

di zolfo e delle eruzioni vulcaniche. Inoltre il quadro, artisticamente felice, della terra considerata come corpo vivente, serve solo ad indicare come la terra stessa sia soggetta, alla pari degli organismi, a continui mutamenti.

Di tali mutamenti, cui è soggetta la terra, alcuni riguardano il suo passato e sono quelli, che, studiati con la scorta delle mutazioni attuali, costituiscono il campo della geologia propriamente detta; altri si riferiscono al futuro della terra e sono piuttosto materia di profezie, o vaticinii geologici: degli uni e degli altri Leonardo ha avuto e ci ha trasmesso visioni grandiose, che, se anche fallano per mancanza di esattezza scientifica, dimostrano quale vasta concezione egli avesse dei mutamenti avvenuti ed avvenire del nostro pianeta.

Nel tracciare tali quadri del passato della terra Leonardo, da buon geologo, si serve naturalmente dei fossili. Di questi egli aveva acquistato così esatta conoscenza, da poterne descrivere, nei fogli 79 e 80 del manoscritto *F*, il modo esatto della loro fossilizzazione e della loro vita anteriore: «Quando li diluvi de' fiumi intorbidati di sottil fango lo scaricavan sopra li animali, che abitan sotto l'acque vicino alli liti marini, essi animali rimaneano improntati da tal fango, era necessario morirsi, mancando loro li animali, di cui essi nutrire si soleano. E col tempo abassandosi il mare, tal fango, scolate l'acque salse, si venne a convertire in pietra, e li gusci di tali nichi, essendo già consumati li loro animali, erano in loco di quelli riempiuti di fango: e così nelle creazion di tutto il circostante fango in pietra, ancor esso fango, che dentro alle scorze de' nichi alquanto aperto era rimaso, essendo per tale apritura di nichio congiunto coll'altro fango, si venne ancora lui a convertire in pietra. E così restarono tutte le scorze di tali nichi infra le 2 pietre, cioè, infra quelle che lor seravano, e quelle ch'elle richiudean loro, le quali ancora in molti lochi si ritrovano.

E quasi tutti li nichi petrificati nelli sassi de' monti ànno ancora la scorza naturale intòrno; e massime quelle ch'eran invecchiate assai, che per la lor durezza s'eron conservate; e le giovani, già calcinati, in gran parte eran state penetrate dall'omore vischioso e petrificitivo... De nichi improntati e petrificati, che non àn la figura superficiale che aveva la loro scorza... Tutti li animali che ànno l'osso di dentro alla lor pelle, che sono stati coperti dalli fanghi de diluvii de' fiumi, discosti a l'ordinarî letti di tal fiumi, sono stati alla minuta improntati da tali fanghi. E col tempo, essendosi abassato li letti de' fiumi, tali animali improntati e rinchiusi in tal fanghi, e' quali àn consumata la lor carnosità e intestine, e sol n'è restate l'ossa discomposte da loro ordine, son cadute nel fondo della concavità della loro impronta; nella quale quando il fango, per la sua elevazion dal corso del fiume, s'è risecho dell'umido acquoso ciò che si trova e rienpiendo ogni vacuità di se, e trovando la concavità della impronta di tali animali, li sottilmente penetra per le minute porosità della terra per le quali l'aria, che dentro occupava, si fugge per le parti laterali, perchè di sopra fugir non po, perchè tal porosità è occupata dall'omore che in tal vacuo discende, e di sotto non po fuggire, perchè l'omore già caduto à riserrata la porosità di sotto. Restan le parte laterale aperte, donde tale aria, condensata e premuta dall'omore che discende, si fugge colla medesima tardità, qual'è quella dell'omore che quivi discende; e così risecho tale omore si fa pietra sanza gravosità, e riserva la medesima forma dello animale, che quivi s'inpronta, e dentro a lui restan l'ossa... L'animale, che abita nel nichio, si fa l'abitazione colle giunture, commessure, coperchi e altre particule, sì come fa l'omo alla casa dove esso abita. E questo animale cresce a gradi la casa e 'l coperchio, secondo l'accrescimento del suo corpo, e à la sua apicatura nelli lati di tal gusci: per la quale la tersità e delica-

tezza che àn dentro tali gusci in tale appicatura de l'animal che l'abita, rimane alquanto maculata, e con concavità ruvida, atta a ricevere la congiunzione de' muscoli con che tale animale si ritira dentro, quando si vuole riserrare in casa. Quando la natura viene alla generazione delle pietre, essa genera una qualità d'omore viscioso, il quale, col suo secarsi, congela in se ciò che dentro a lui si rinchiude, e non li converte in pietra, ma li conserva dentro a se nella forma che li à trovati. E per questo le foglie son trovate intere dentro li sassi nati nelle radici de' monti, con quella mistione di varie spezie, sì come lì le lasciaron li diluvi de' fiumi, nati alli tempi delli altunni, dove poi li fanghi delle inondazioni succedenti le ricopersero, e questi tali fangi poi si collegoron del sopradetto omore e convertissi in pietra faldata a gradi, secondo le gradi d'esso fango ». Armato di tali esatte cognizioni di paleontologia e di stratigrafia, personalmente sperimentate ed escogitate, Leonardo poteva dirizzare con sicurezza lo sguardo nelle profondità del tempo preterito, per indagare le passate vicissitudini della terra.

E, prima di tutto, egli cercò d'indagare il passato del pezzo di terra, dov'era nato, dove aveva trascorso la giovinezza e dove aveva fatto le sue prime osservazioni geologiche, ricostruendo, nel foglio 9 *r.* di *Leicester*, la paleogeografia della Valdarno: « Dove le vallate non ricievono le acque salse del mare, quivi i nichi mai non si vidono; come manifesto si vede nella gran valle d'Arno, disopra alla Golfolina, sasso per antico unito co monte Albano in forma d'altissimo argine; il quale tenea ringorgato tal fiume in modo che, prima che versassi nel mare, il quale era dopo a' piedi di tal sasso, componea 2 grandi laghi, de' quali el primo è dove oggi si vede finire la città di Firenze, insieme con Prato e Pistoja; e monte Albano seguiva il resto dell'argine insin dove oggi è posto Serravalle; del Valdarno disopra insino Arezzo si creava un secondo lago,

il quale nell'antidetto lago versava le sue acque, chiuso circa dove oggi si vede Girone, e occupava tutta la detta Valdarno disopra per ispazio di 40 miglia di lunghezza: questa valle riceve sopra il suo fondo tutta la terra portata dall'acque di quella intorbidata, la quale ancora si vede a' piedi di Prato Magno restare altissima, dove li fiumi non l'àn consumata; e infra essa terra si vede le profonde segature de' fiumi, che quivi son passati, li quali discendano dal gran monte di Prato Magno: nelle quali segature non si vede vestigio alcuno di nichi o di terra marina. Questo lago si congiugnea col lago di Perugia. Gran somma di nichi si vede, dove li fiumi versano in mare, perchè in tali siti l'acque non sono tante salse, per la mistion dell'acque dolci, che con quelle s'uniscano; e 'l segnio di ciò si vede dove per antico li monti Appennini versavano li lor fiumi nel mare Adriano, li quali in gran parte mostrano in fra li monti gran somma di nichi insieme coll'azzurrigno terren di mare; e tutti li sassi, che di tal loco si cavano, son pieni di nichi. Il medesimo si conoscie avere fatto Arno, quando cadea del sasso della Golfolina nel mare, che dopo quella non troppo basso si trovava, perchè a quelli tempi superava l'altezza di San Miniato al Tedesco, perchè nelle somme altezze di quello si vede le ripe piene di nichi e ostrighe dentro alle sue mura; non si distesono li nichi inverso Val di Nievole, perchè l'acque dolci d'Arno in là non si astendeano ». Leggendo questa pagina si ripensa con maraviglia a quegli anni turbinosi, tra il 1500 ed il 1506, durante i quali, mentre per la valle dell'Arno trascorrevano uomini affaccendati per i loro interessi, mercanti e guerrieri e politici, il grande artista e scienziato ristava in Firenze o percorrea i monti e le valli, perseguendo le sue visioni d'arte e di natura, fatto estraneo alla turba del volgo, formicolante intorno a lui. E così, mentre in città dipingeva la *Battaglia d'Anghiari* e la *Gioconda* e dava consigli

sulla migliore collocazione del *David* di Michelangelo, in campagna si occupava dei suoi progetti d'aviazione e dei voli da spiccare da Monte Cecere, e disegnava le opere idrauliche pel Valentino e progettava la canalizzazione dell'Arno; e per far questo si perdeva nella considerazione dei fossili e dei terreni geologici, in base ai quali riandava con la fantasia le trasformazioni della valle dell'Arno e ricostruiva gli antichi rapporti geologici tra l'Apennino ed i mari contigui, riuscendo a dare di essi un quadro così genialmente felice, da potersi, come schema, applicare a tutte le variazioni plioceniche e postplioceniche dell'Apennino.

Dall'Apennino e dalla sua antica configurazione Leonardo subito passa ad un altro campo della sua attività, alla valle del Po, per la quale nel foglio 27 *v.* di *Leicester* nota: « Come il fiume del Po in breve tempo secca il mare Adriano, nel medesimo modo ch'elli asseccò gran parte di Lombardia ». Giacchè, come aveva indicato nel passo, innanzi riportato, del foglio 10 *r.*, i fiumi colmano le valli e discostano il mare: « come far si vede al Po colli aderenti sua, li quali prima versavan nel mare, che infra l'Apennino e le germaniche Alpi si serrava, unito col mare Adriatico ». Così Leonardo con poche parole incisive indicava le passate e le future migrazioni geologiche della dantesca marina dove il Po discende, per aver pace co' seguaci sui.

Ma lo sguardo suo indagatore non s'arrestava alla visione del passato della Valdarno e della Valpadana, da lui personalmente conosciute e studiate, bensì s'estendeva ad altre valli, altre regioni, a lui note solo di nome e per altrui relazioni e di cui pur non teme di tracciare schizzi audaci di passate vicende geologiche, non rispondenti analiticamente alla realtà, quale noi oggi la conosciamo, ma rivelanti quell'armoniosa lucidità e sublimità di pensiero, da cui scaturivano egualmente i quadri

della *Vergine delle rocce* e della *Cena* e quelli delle enormi trasformazioni geologiche della superficie della terra. Tale è, p. es., il quadro, che egli tratteggia nel foglio 1 *v.* di *Leicester,* delle trasformazioni della valle del Danubio, con le terre ed i mari finitimi: « Il monte Enius, che riga la Trazia e la Dardania, si congiunge per ponente col monte Sardonius, el quale, seguendo a ponente, muta il nome di Sardus in Rebi nel toccare la Dalmazia, po', seguendo a ponente, riga li Illirici, oggi detto Schiavonia, e muta nome di Rebi in Albanus, e, seguendo pure a ponente, si muta nel monte Dora; a tramontana e mezzo dì, sopra all'Istria, si nomina Carnancas, e si congiunge a ponente, sopra l'Italia, col monte Adula, dove nascie il Reno, il quale s'astende a levante con corso di 1500 miglia, e la sua linea brevissima è circa mille miglia; e altrettante, o circa, è 'l ramo del monte Adula, mutato ne' predetti nomi di monti; sta a tramontana il monte Carpatus, il quale termina la larghezza della valle del Danubio, la qual, come dissi, s'astende a levante con lunghezza di circa mille miglia, ed è larga dove 200, e dove 300 miglia; questa si mette pel mezzo il Danubio, primo fiume d'Europa per magnitudine, il qual Danubio si lascia per mezzo di Austria e Albania, e, per tramontana, Bavaria, Polonia, Ungheria, Valachia e Bosnia. Versava dunque il Danubio, over Danoia, nel mare di Ponto, il quale s'astendea insino vicino all'Austria, e occupava tutta la pianura che oggi discorre esso Danubio, e 'l segno di ciò ne mostrano le ostriche e li nichi e bovoli e cappe e ossa di gran pesci, che ancora in molti lochi si trovano nell'alte coste de' predetti monti; ed era tale mare fatto per la ringorgazione delli rami del monte Adula, che s'astendeano a levante, e si congiungeano colli rami del monte Tauro, che s'astendeano al ponente, e, circa alla Bitinia, versavan l'acque d'esso mare di Ponto nel Propontico, cadendo nel mare Egeo, cioè mar

Mediterraneo, dove poi il lungo corso spiccò li rami del monte Adula dalli rami del monte Tauro, e 'l mare di Ponto s'abassò e scoperse la val di Danubio colle prenominate province, e tutta l'Asia minore di là dal monte Tauro per tramontana, e la pianura, ch'è dal monte Caucaso al mare di Ponto per ponente, e la pianura del Tanai dentro alli monti Rifei, cioè a' piedi loro. Ecco che 'l mare di Ponto abbassò circa a braccia 1000 nello iscoprire di tanta pianura ». Per quanto i particolari di questo quadro grandioso possano, come dicevo, non corrispondere alla realtà scientifica, quale noi oggi la conosciamo, e quale del resto, potrebbe domani apparire diversa, pure è mirabile vedere, come il profondo spirito di quel pensatore, tutto ravvolto in sè stesso, abbia potuto quasi antivedere di quattro secoli le moderne scoperte geologiche sui terreni del *piano pontico* e del *sarmatico* e quelle sulla connessione del mar Nero col Mediterraneo! E, sia detto qui per semplice incidente di curiosità, la descrizione di quegli antichi fiumi e mari, che « versavan l'acque di Ponto nel Propontico, cadendo nel mar Egeo, cioè Mediterraneo », pare quasi anch'essa una anticipazione della magnifica immagine di *Otello,* che paragona (III, 3) la sua passione all'irrefrenabile corrente dal Ponto verso il Mediterraneo:

*Like to the Pontic sea,*
*Whose icy current and impulsive course*
*Ne'er feels retiring ebb, but keeps due on*
*To the Propontic and the Hellespont.*

Altri, però, erano i pensieri di Shakespeare ed altri quelli di Leonardo. Questi, riconoscendo che « dov'è più sentimento, lì è più, nei martirii, gran martire », cercava, salvatico, di salvarsi nelle selve della scienza, e spesso vi si perdeva, come in questa intricata descrizione, nel foglio 31 *r.* di *Leicester,* degli antichi rapporti tra il Mar Rosso, il Mediterraneo e l'O-

ceano Indiano : « Sono li monti più alti tanto sopra il mare, quanto le maggiori profondità del mare son sotto l'aria. Versò l'acqua Mediterrana lungamente per mare Rosso ; el quale è largo cento miglia e lungo millecinquecento, tutto pieno di scogli, e à consumato li lati de' monti Sinai : la qual cosa testifica, non da inondazione del mar d'India, che in tali liti percotessi, ma da una gran ruina d'acqua, la qual portava con seco tutti li fiumi, che soprabbondavano al mare Mediterraneo, e, oltre a di questo, il refrusso del mare : e poi, essendo tagliato nel ponente, 3 mila miglia remoto da questo loco, il monte Calpe, e spiccato dal monte Abile ; e fu tal taglio fatto bassissimo nelle pianure, che si trovava in fra Abile e l'oceano, a piè del monte in loco basso, aiutato dal concavamento di qualche vallata, fatto da alcun fiume, che quivi passassi ; venne Ercole ad aprire il mare nel ponente ; e allora l'acque marine cominciarono a versare nell'oceano occidentale, e per la gran bassezza il mare Rosso rimase più alto, onde l'acque àn abbandonato il corso di quivi : sempre ànno poi versato l'acque per lo stretto di Spagna. Truovasi nelle rive del mare Mediterrano versare fiumi 300, e porti 40 mila 200 ; e esso mare è di lunghezza miglia 3000. Molte volte s'è accozzato l'accrescimento de' mari, del refrusso suo, e el soffiare delli venti occidentali, e 'l diluvio del Nilo e delli fiumi, che versan del mar di Ponto : vennene alzato tanto li mari, che son con grandisimi diluvi discorsi per molti paesi ; e questi diluvi accaggiano nel tempo, che 'l sole distrugge la neve delli alti monti d'Etiopia, che si levano alla fredda region dell'aria ; e similmente l' appressamento del sole alli monti della Sarmazia asiatica e quelli d'Europa ; in modo che l'accozzamento di queste 3 dette cose sono, e sono state cagione di grandissimi diluvi, cioè, il refrusso del mare, e li venti occidentali, e la distruzione delle nevi ; e ogni cosa ringorgata nella Soria, Samaria, la Giudea

infra Sinai e el Libano, e 'l resto della Soria infra el Libano e monte Tauro, e la Cilicia entro alli mont'Ermini, e la Panfilia e la Licia dentr'a li monti Celleni, e l'Egitto insino al monte Altalante. Il seno di Persia, che già fu lago grandissimo del Tigris, e cadea nel mare d'India, ora à consumato il monte, che li faceva argine, ed èssi ragguagliato coll'altezza dell'oceano indico. E se 'l mare Mediterraneo seguiva il moto suo pel sen d'Arabia, ancor facieva il simile, cioè, che ragguagliava l'altezza Mediterrana colla altezza di esso mare indico ». Nell'oscura selva di queste considerazioni, tratte, come ha dimostrato Gerolamo Calvi, dalla *Cosmografia* di Tolemeo, stampata ad Ulm nel 1482, quel che più interessa è, come osserva lo stesso Calvi, il corso del pensiero di Leonardo, che lo portava ad una ricostruzione personale delle cose da altri descritte, tentando spesso le spiegazioni meno comuni o quelle, che direttamente gli erano offerte dall'analogia di fatti minori osservati in natura. Così è notevole, in queste considerazioni, il suo procedimento di voler applicare ai grandi mutamenti della superficie terrestre i principii di geologia, analoghi a quelli di Lyell, da lui escogitati in base alle osservazioni geologiche, personalmente fatte in Toscana ed in Lombardia.

Ciò si vede anche più chiaro nel modo, col quale egli discute lo stesso problema delle mutazioni del Mediterraneo nel foglio 321 *v.* del *Codice Atlantico* : « L'acque marine che dal mare Mediterraneo nell'Oceano discendeano, per la immensa percussione data sopra il fondo, han concavato esso fondo assai sotto la superficie d'esso oceano, il qual cavamento s'ha tirato dietro, insieme colla sua caduta, insino tanto ch'è pervenuto al fin del canal gaditano, che oggi ci si mostra. Può esser caduta una montagna, e serrata la bocca del mar Rosso e proibito l'esito del Mediterraneo, e così ringorgato tal mare abbia per esito il transito infra li gioghi gaditani : perchè il simile

abbiam veduto alli nostri tempi cadere un monte di sette miglia, e serrare una valle, e farne lago : e così son fatti la maggior parte de' laghi de' monti, come lago di Garda, di Como e Lugano e lago Maggiore. Il Mediterraneo poco s'abbassò, pel taglio gaditano, nelli confini della Soria, e assai in esso taglio : perchè prima che tal taglio si creasse, esso mare versava per scirocco, e poi s'ebbe a far la calata che corresse a tal gaditano ». In questo brano non vi sono più, come nel precedente, divagazioni mitologiche o trascrizioni tolemaiche, da cui si sia reso impacciato e torbido il pensiero, di solito limpido e fluente, di Leonardo ; ma v'è solo il tentativo audacissimo, quasi un volo icario (ben degno, del resto, del perpetuo sognatore ed inventore di macchine per volare) di applicare i principii di geologia, da lui escogitati lungo la valle dell'Arno, a tutti i grandi mutamenti della terra, che egli intuiva, ma di cui non poteva sempre assegnare le cause precise. Però i suoi principii lo portavano quasi a volo a dare visioni sintetiche, rapide e grandiose, dei mutamenti subìti dalla terra.

Fra tali visioni sintetiche del passato della terra si può indicare questa contenuta nel foglio 10 *v.* del codice di *Leicester* : « Nel seno Mediterraneo, il quale, come pelago, ricevea l'acque regali de l'Africa, Asia ed Europa, che a esso erano volte e colle sue acque veniano alle piagge de' monti, che lo circundavano e li facevano argine ; e le cime dello Appennino stavano in esso mare in forma d'isole, circundate dalle acque salse ; e ancora l'Africa dentro al suo monte Altalante non mostrava al cielo scoperta la terra de le sue gran pianure, con circa a 3000 miglia di lunghezza, e Menfi risedeva in sul lito di tal mare ; e sopra le pianure della Italia, dove oggi volan li uccelli a torme, solea discorrere i pesci a grande squadre». Invero, non si potrebbe con minori parole dare una descrizione così completa delle condizioni del Mediterraneo, ma specialmente

dell'Italia, durante i tempi pliocenici e postpliocenici. Lo scienziato dà i secchi risultati delle sue indagini, e l'artista li vivifica con la sua parola, quando descrive come « le cime dello Appennino stavano in esso mare in forma d'isole, circundate dalle acque salse ». Il geologo si ferma a studiare i pesci fossili nelle falde dei monti; il pittore vede su esse volare gli uccelli; e geologo e pittore, fusi nel genio di Leonardo, gli fanno vedere, che « sopra le pianure della Italia, dove oggi volan li uccelli a torme, solea discorrere i pesci a grande squadre ». Così, in queste parole di Leonardo, tre secoli prima di Goethe, la geologia si fa poesia.

La quale poesia della geologia si rivela non solo nel modo, come Leonardo intravede e descrive le passate vicende, ma anche nella maniera, con la quale antivede ed indica i futuri cambiamenti della terra. Fin qui s'è letto, come egli abbia concepito le già trascorse mutazioni geologiche del Mediterraneo e delle sue sponde. Leggiamo ora, nel foglio 32 *v.* di *Leicester* come egli ne profetizzi quasi le trasformazioni future: « Se'l Mediterrano mare si parte del suo sito, esso innalza la spera dell'acqua e occupa nuove valli, onde il centro della gravità di tale accrescimento fia circa alli Antipodi; e così di là crescie peso, e di qua manca tutta la quantità del peso dell'acqua, che di qua si partì; e benchè tal sito sia riempiuto di quella terra, che da' fiumi fu in esso Mediteran portata, il centro della gravità sua fia per opposito a quel della spera nelli antipodi cresciuta; e così di qua non si cresce gravezza per la terra remossa al sopplimento del cacciato mare, perchè tal terra resta nel nostro emisperio, cioè il centro della sua gravità, ma ben è vero che ci diminuisce tutto il peso delle acque. Adur que il centro del mondo si farà più vicino alli antipodi nostri, alleviandosi di qua tutto il peso dell'acqua, che si partì; e le cime de' monti più s'inalzeranno da esso centro; insino a tanto,

che li fiumi, che si accompagneranno col Nilo, dopo molto discorso per la gran piana, donde il Mediterano si divide, porterà per lo stretto di Gibilterra tutta la parte del terreno, che l'intorbida; e col tempo porran tanto di terreno nell'oceano, dopo lo stretto di Gibilterra, quanto si trova infra la Libia e 'l mare, e l'Alpi e detto mare; e così di novo il centro del mondo si farà più vicino al centro del peso accresciuto all'oceano, e le parte alleggerite si faran più remote da esso centro. Ecco, adunque, concluso, che quanto il terren da noi si remove, più s'alleggerisce le nostre regioni; per conseguenza, più egli si rimovan dal centro del mondo, e l'acque più li consumano, e più di novo li fa lievi; e così seguirà insino a tanto, che tutta la terra scoperta sarà portata al mare dal Nilo, e da' fiumi, che dentro vi versano. E così la terra, che truova infra li fiumi, che versan al presente nel Mediterano, saran dal Nilo, insiem coll'acque torbide, che lui rimaneva, a l'oceano portate. Ecco, che 'l mare ritornerà a ricoprire li siti, dove già furon le radici e base de' monti, e coprirà la terra ». Naturalmente, questa confusa prospettiva del futuro destino del Mediterraneo non ha altro valore che quello di mostrare, come la mente di Leonardo non si fermasse alla considerazione del passato, ma procedesse anche a quella del futuro geologico del pianeta.

Nè egli si arrestava al caso particolare del nostro Mediterraneo, ma estendeva da questo, come scrive nel foglio 49 *v.* del manoscritto *G*, la teoria del disseccamento a tutti i mediterranei: « Come i mediterranei scopriranno i lor fondi all'aria, e sol riserberanno il canale al maggior fiume, che dentro vi metta, il quale correrà all'oceano, e ivi verserà le sue acque, insieme con quelle di tutti i fiumi, che con esso s'accompagnano ». Qui la visione, tratta in origine dall'interrimento della valle del Po, dei fiumi, che col terreno tratto dalle montagne colmano i mari e corrono all'oceano, è innegabilmente gran-

diosa e ricorda alcune moderne vedute sullo spianamento dei continenti ed il colmamento dei mari, per cui la superficie della terra tenderebbe a divenire in un remoto futuro quel che nel presente è la superficie del pianeta Marte.

Questa analogia tra il presente della terra ed il futuro di Marte sarebbe anche determinata dal continuo venir meno dell'acqua nel nostro pianeta, in parte fissata nelle rocce della litosfera, in parte forse esalante, coi suoi elementi più lievi, nelle regioni interplanetarie. Ed anche di ciò Leonardo ebbe un barlume di profetica visione, rivelatoci nel foglio 69 *v.* del manoscritto *F* : « Come la terra, facendo ofizio di luna, à perduto assai del lume antico nel nostro emisperio, pel calare delle acque, com'è provato nel libro quarto de mundo e acque ». Quantunque qui Leonardo si riferisca erroneamente al mancar della luce nel nostro emisfero, per il mancare in esso dell'acqua, pure, oltre di ciò, era chiara nella sua mente la concezione di un continuo diminuire dell'acqua su tutta la terra.

Ciò è provato, infatti, da quanto si trova scritto nel foglio 155 *b.* del manoscritto del *British Museum* (Richter, 1218) sulla fine della terra : « Riman lo elemento dell'acqua rinchiuso infra li cresciuti argini de' fiumi, e si vede 'l mare infra la cresciuta terra ; e la circundatrice aria, avendo a fasciare e circonscrivere la moltiplicata machina della terra, la sua grossezza, che stava fra l'acqua e l'elemento del foco, rimarrà molto ristretta e privata della bisognosa acqua. I fiumi rimarranno senza le loro acque, la fertile terra non manderà più leggere fronde, non fieno più i campi adornati dalle ricascanti piante ; tutti li animali, non trovando da pascere le fresche erbe, morranno ; e mancherà il cibo ai rapaci lioni e lupi e altri animali, che vivono di ratto ; e agli omini, dopo molti ripari, converrà abbandonare la loro vita, e mancherà la generazione umana. A questo modo la fertile e fruttuosa terra, abbandonata,

rimarrà arida e sterile; e, pel rinchiuso omore della acqua, rinchiusa nel suo ventre, osserverà alquanto dello suo accrescimento, tanto che passata la fredda e sottile aria, fia costretto a terminare collo elemento del fuoco; allora la sua superfice rimarrà in riarsa cenere, e questo fia il termine della terrestre natura ». Noi non sappiamo, se questa veramente sarà la fine della terra; possiamo però constatare, con stupefazione ed ammirazione, come questo vaticinio di Leonardo sull'avvenire della terra, destinata, senza alcun intervento divino, a finire per inaridimento, coincida, come ho già detto, con alcune moderne vedute scientifiche sullo stesso argomento.

Alcune di queste vedute sono esposte dal direttore dell'osservatorio di Flagstaff, Percival Lowell, nel suo volume *Mars as the abode of life*, New York, 1909. Io me ne sono occupato nel mio libro *La terra e l'uomo*, 3.ª ed., Bologna, Zanichelli, 1920. Marte, che è più piccolo della terra e forse più antico, ha già perduto, dice Lowell, grande parte dell'idrosfera, principale sostegno della vita. Parte filtrando nell'interno del pianeta, parte esulando nello spazio sidereo, l'acqua dei suoi mari è in parte svanita; i suoi mari si sono asciugati e colmati: *great seas have dried*, come dice Shakespeare in *All's well that ends well*, I, 1. Le acque continentali si sono esaurite: i continenti, spianati, sono divenuti deserti, su cui a volte infuriano tempeste di sabbia. Il vapor d'acqua, che ancora avanza nell'atmosfera marziale, precipita e si fonde alternamente ai poli sotto forma di calotte glaciali. All'acqua, derivante da tale fusione, chiedono gli ultimi aneliti di vita gli esseri, combattenti le ultime loro lotte sul pianeta, che si dissecca e si estingue. Giganteschi canali, di migliaia di chilometri di lunghezza, opere idrauliche colossali, vanno da polo a polo, cingono d'una fitta rete il corpo planetario e portano il fresco umore, che fa crescere le piante, nelle oasi, in cui ancora pulsa l'ultima vita di Marte, e che

saranno i suoi ultimi cimiteri, quando l'acqua sarà da esso del tutto svanita. Un simile destino incombe sul futuro della nostra terra. Questa ha ancora il mare fragrante ed i freschi laghi ed i fiumi e la neve ed il ghiaccio: ma sicuramente, per quanto lentamente, tutta quest'acqua sparirà, com'è sparita quella di Marte, assorbita in parte nel suolo, vaporando in parte nello spazio. I mari si colmano e si prosciugano; il suolo inaridisce e si trasforma in deserto: la vita si estingue per mancanza di acqua. Già due zone di deserti, una lunga il tropico del Cancro, l'altra lungo il tropico del Capricorno, cingono, con anelli interrotti, il corpo della terra con due spire soffocanti, irresistibili, come quelle d'un boa costrittore. Le spire si allungano e si allargano. Già in tempi storici i deserti hanno molto progredito. Nessuna forza umana potrà arrestarne l'espansione formidabile ed irrefrenabile. Nei futuri tempi geologici essi invaderanno tutta la terra; e tempo forse verrà, in cui un astronomo di Venere inorridirà sugli stenti dei nostri epigoni e sull'aspetto del nostro pianeta sitibondo, come ora Lowell inorridisce innanzi all'aspetto di Marte, bellissimo a vedere, terribile ad essere. E così potrà aver avuto ragione Leonardo, quando ha scritto: « A questo modo la fertile e fruttuosa terra, abbandonata, rimarrà arida e sterile; la sua superficie rimarrà in riarsa cenere, e questo fia il termine della terrestre natura ».

Queste conclusioni sull'avvenire della terra, a cui sono arrivati, quattro secoli dopo Leonardo da Vinci, alcuni recenti studiosi delle moderne scienze astronomiche e geologiche, si accordano anche in modo singolare con certe antiche concezioni cosmogoniche indiane, specialmente buddhiste, di cui una sintesi mirabile si trova, p. es., nel discorso VII, 62 dell'*Anguttaranikâyo*, o raccolta numerica dei discorsi di Gotamo Buddho. Ivi è riportato come il Buddho, trovandosi una volta a Vesàli, nella villa dell'etèra Ambapâli, si volse così ai disce-

poli: « L'Himâlayo, voi monaci, è il re dei monti; per tante e tante miglia è lungo e largo, per tante miglia affonda le sue radici nell'oceano, per tante miglia si solleva sopra di esso. Or verrà un tempo, dopo molti anni, molte centinaia e migliaia e centinaia di migliaia d'anni in cui non pioverà più; e quando non pioverà più, tutti i semi ed i vegetali, tutte le piante, le erbe e gli alberi seccheranno, appassiranno e finiranno. E verrà un'epoca, dopo lunghi intervalli nel corso del tempo, in cui apparirà un secondo sole; con la comparsa del quale le fonti e gli stagni seccheranno, svaniranno e finiranno. E quindi, dopo molto altro tempo ancora, un terzo sole apparirà; ed i grandi fiumi, come la Ganga, la Jamna, la Rapti, seccheranno, svaniranno e finiranno. A lungo, dopo un altro grande periodo, apparirà un quarto sole; e quindi i grandi laghi, da cui i fiumi traggono origine, seccheranno anch'essi, svaniranno e finiranno. E quando, dopo un altro lungo lasso di tempo, un quinto sole apparirà, le acque dell'oceano si abbasseranno gradatamente, da bagnare appena i malleoli, come avviene ora sulla terra dopo qualche acquazzone. E con l'apparire del sesto sole l'Himâlayo, il re dei monti, disseccato ed inaridito, scotterà e fumerà come la fornace d'un vasaio. Infine, dopo un altro vasto intervallo di tempo, apparirà un settimo sole, ed allora tutta l'ampia terra, arsa e fumante, si consumerà in un incendio immenso, senza lasciare avanzi. Dunque questo Himâlayo e quest'ampia terra un tempo si dissecheranno, si consumeranno e non esisteranno più. Così impermanenti, caduchi, mutabili, voi monaci, sono gli elementi dell'esistenza, che si può sentirne il disgusto ed il disprezzo e si può cercarne il distacco, la rinunzia, la liberazione ». La descrizione di questo lentissimo inaridimento della terra, attraverso lunghissime ere geologiche, e della sua fine in una grande conflagrazione cosmica, sotto la luce di nuovi soli, serve nel testo buddhista solo come base alla supe-

riore conclusione morale; ma essa deriva da una così felice e geniale intuizione della realtà, che può accordarsi, come si vede, punto per punto con i risultati delle moderne ricerche scientifiche e con la visione fatidica di Leonardo sul termine della terrestre natura.

Il quale termine della terra era visto da Leonardo solo in rapporto col tempo, con quel « tempo, consumatore delle cose », attraverso il cui fluire eterno egli aveva visto con la mente evolversi le forme della terra stessa. Ma vi era qualche momento, in cui il tempo doveva presentarsi alla mente di Leonardo quale realmente esso è, cioè quale una forma della nostra rappresentazione cerebrale, fuori di cui veniva a perdere ogni valore anche quel continuo mutarsi di forme e di fenomeni, che formava la base della sua considerazione scientifica, come di ogni scienza. Nel foglio 49 *v.* del manoscritto *F.* egli si pone questo problema, di ordine transcendentale, nel considerare la materialità del fuoco: « Guarda il lume e considera la sua bellezza. Batti l'occhio a riguardarlo: ciò che di lui tu vedi, prima non era e ciò, che di lui era, più non è. Chi è quel che lo rifà, se 'l fattore al continuo muore? ». Nella pagina 68 del codice *Trivulzio* fa la stessa considerazione per riguardo all'acqua: « L'acqua, che tocchi de' fiumi, è l'ultima di quella che andò e la prima di quella che viene: così il tempo presente ». Questa definizione del tempo presente anticipa in parte ciò che ottanta anni dopo doveva scrivere Giordano Bruno, che cioè quel che abbiamo vissuto è nulla, quel che viviamo è un punto, e quel che abbiamo a vivere non è ancora un punto, il quale insieme sarà e sarà stato. Qui, ecco, ci troviamo al conspetto del nulla, di quel nulla, su cui Leonardo ebbe a scrivere, nel foglio 398 *v.* del *Codice Atlantico* le profonde parole: « Infra le cose grandi, che infra noi si trovano, l'essere del nulla è grandissimo. Questo risiede nel tempo e distende le sue membra

nel preterito e futuro, co' le quali occupa tutte l'opere passate e che hanno a venire, sì di natura che delli animali, e niente possiede dello indivisibile presente ». In questa immensa voragine del nulla Leonardo doveva in qualche modo veder svanire tutte le formazioni e transformazioni della terra e del mondo, sulle quali egli tanto s'affaticava; non altrimenti che le vedeva svanire Leopardi, quando nell'aprile del 1826 scriveva a Bologna nel suo *Zibaldone,* vol. VIII dei *Pensieri,* p. 105: « Il tutto esistente; il complesso dei tanti mondi che esistono; l'universo; non è che un neo, un bruscolo in metafisica. L'esistenza, per sua natura ed essenza propria e generale, è un'imperfezione, un'irregolarità, una mostruosità. Ma questa imperfezione è una piccolissima cosa, un vero neo, perchè tutti i mondi che esistono, per quanti e quanto grandi che essi sieno, non essendo però certamente infiniti, nè di numero, nè di grandezza, sono per conseguenza infinitamente piccoli a paragone di ciò che l'universo potrebbe essere se fosse infinito; e il tutto esistente è infinitamente piccolo a paragone della infinità vera, per dir così, del non esistente, del nulla ». In questo nulla metafisico, transcendentale, vengono dunque a sparire, come per Giordano Bruno e per Leopardi, così anche per Leonardo, tutte le forme ed i fenomeni visti realisticamente: ma solo per un attimo, perchè il realismo empirico era la formula mentale dominante del cervello eminentemente scientifico di Leonardo; il quale, indagando appunto di continuo forme e fenomeni e scrutandone le leggi, riuscì a stabilire principii fondamentali di molte scienze e specialmente della geologia.

Nella geologia solo oggi noi possiamo degnamente valutare tutto quello che Leonardo da Vinci osservò, pensò, scrisse. Uscito appena dalle tenebre scientifiche medievali, dopo più d'un millennio d'ignoranza, aggravata dal dogmatismo religioso, egli si trovò, nel campo geologico, senza tradizione, senza inse-

gnamento di antecessori o di contemporanei, tutto solo e tutto suo al conspetto della terra. Nelle ossa della terra, nei sassi della sua montagna nativa e poi in tutta la membratura d'Italia egli trovava avanzi di piante e di animali simili a quelli viventi nei mari. Si diceva, che essi fossero scherzi di natura o fossero stati portati sui monti dal diluvio universale. Ma Leonardo non ammetteva scherzi di natura: natura non rompe sua legge. E nemmeno poteva ammetere diluvio universale od altro intervento divino, egli, che nel foglio 68 *r.* del manoscritto *I*, scriveva: « La gravità, la forza e 'l moto accidentale, insieme colla percussione, sono le quattro accidentali potenze, colle quali tutte l'evidenti opere de' mortali hanno loro essere e loro morte ». Dunque, dopo aver combattuto quei falsi presupposti di superstizione e di religione, Leonardo conchiudeva, che se gli avanzi di piante e di animali marini si trovano negli strati dei monti, questi strati dei monti debbono essere stati fondi di mare. Ciò lo portava ad indagare quali fossero le forze, per cui i fondi dei mari erano divenuti cime di monti, e lo guidava ad escogitare quei principii di geologia, analoghi ai principii di Lyell, fondati principalmente sulle forze geodinamiche esterne, agenti attraverso periodi lunghissimi di tempo. Naturalmente egli volle applicare tali principii all'esame del passato ed alla visione del futuro della superficie della terra e tratteggiò di parti di questa, specialmente del bacino del Mediterraneo e delle regioni adiacenti, quadri geologici, forse non rispondenti al vero, ma dedotti con rigore di logica dai suoi principii e stupefacenti per la loro grandiosità di visione. Tali quadri, tratteggiati con mano maestra, egli poi estese alla ricostruzione delle vicende passate ed alla previsione delle future di tutta quanta la terra.

Tutto questo tesoro di osservazioni e di pensieri geologici Leonardo lo elaborò nel suo cervello, partecipandone forse lo splendore ai pochi suoi amici, e lo rinchiuse poi ermeticamente

nei suoi manoscritti, che solo dopo più di tre secoli ci hanno rivelato il loro prezioso contenuto. Così la geologia, poco vantaggio traendo dalle cognizioni acquisite dai suoi compagni e seguaci, come Fracastoro e Cardano, dovè fare per altre vie, distanti e confuse, ed attraverso lungo periodo di tempo, faticoso cammino, per giungere dopo tre secoli e, come ora vedremo, attraverso stenti ed errori, a quei principii di geologia, cui da sè e d'un solo slancio era pervenuto Leonardo da Vinci.

PARTE TERZA

# LA GEOLOGIA DOPO LEONARDO

Quel che fu ed è mare, non sempre è stato e sarà mare; quello che sarà ed è stato terra, non è nè fu sempre terra.

GIORDANO BRUNO - *La cena de le ceneri.* Dialogo V

Per intendere tutto il valore delle osservazioni e dei pensieri di Leonardo sulla geologia, occorre riandare rapidamente il cammino da essa fatta, indipendentemente dagli studi di lui, nei tre secoli dopo di lui, fino a quel periodo, tra la fine del settecento ed il principio dell'ottocento, in cui si costituì in scienza propriamente detta. Questo cammino, iniziatosi anch'esso in Italia, seguito poi in Francia, Inghilterra e Germania, ci mostra anche come appena oggi, cioè dopo quattro secoli, si siano pienamente accertate alcune osservazioni, come quelle contro il diluvio, già così lucidamente esposte da Leonardo.

Perchè questo confronto non sembri inspirato a soverchio amore per Leonardo e per l'Italia, volendo loro attribuire nella geologia una preminenza, che ad altri sembri non giustificata, si può farlo, seguendo il cammino della geologia nell'esposizione d'uno straniero : per esempio nelle pagine sintetiche scritte da uno dei capi della geologia moderna, Archibald Geikie, nella sua opera su *The Founders of Geology*, London, Macmillan, 1905, pp. 43 segg.

Col rinascimento della cultura in Europa, scrive il Geikie, l'attenzione si rivolse di nuovo alle rocce della terra ferma e

specialmente alla presenza, in esse, di conchiglie fossili, assai lungi dal mare. Noi abbiamo visto, che nei tempi dell'antica Grecia e di Roma tale argomento non era sfuggito all'indagine scientifica, e che giustamente s'era in generale riconosciuto la loro origine organica, deducendone che il mare aveva un giorno occupato l'area della terra. Questa deduzione venne egualmente adottata dopo il rinascimento. Ma in quel tempo la Chiesa aveva guadagnato tale forza sulle menti umane, da non consentire il divulgarsi di opinioni contrarie alle credenze ortodosse. Se quindi un osservatore, che avesse trovato abbondanti avanzi di conchiglie marine nelle rocce del cuore d'una catena di montagne, ardiva di promulgare la naturale conclusione, che tali fossili provavano essersi la montagna formata di materiali marini, dopo la comparsa degli animali sulla terra, incorreva nel rischio di essere perseguitato per eresia, in quanto, secondo le sacre scritture, terra e mare erano stati separati nel terzo giorno della creazione, mentre gli animali non furono creati che il quinto. Inoltre quelli, che avessero studiato tale oggetto, non potevano non rimanere persuasi della lunghezza dei periodi di tempo, necessari per l'accumulazione dei terreni fossiliferi. Ma insegnare, che il mondo fosse antico di molte migliaia di anni, significava contradire l'interpretazione delle scritture, che dal tempo della creazione non fossero scorsi più di seimila anni. Incorrere nel martirio per tali opinioni speculative non era cosa da attrarre molti entusiasti. Vari sofismi furono adottati, per cercare di mettere d'accordo i fatti della natura con la verità divina rivelata nelle sacre scritture. Un modo favorito di sfuggire alle difficoltà, era quello di negare, che i fossili fossero mai stati animali viventi. Fu ripristinata l'antica opinione di Teofrasto, che nella terra esistesse una forza plastica, per cui potessero prodursi forme di natura inorganica, simili alle organiche, come le efflorescenze del ghiaccio, imitanti le forme vege-

tali. I fossili furono quindi considerati come semplici concrezioni minerali e descritti come *lusus naturae, lapides sui generis, lapides figurati,* prodotti anche a volte dall'occulta influenza degli astri. Considerazioni di tale genere si trovano, per esempio, nell'opera pubblicata nel 1565, *De rerum fossilium, lapidum et gemmarum figuris* di Conrad Gesner.

Molti osservatori, però, non potendo negare fede ai propri sensi, finivano con l'ammettere, che le piante e gli animali fossili erano stati messi in terra da Dio, per imbarazzare l'ignoranza umana e per dar prova della sua onnipotenza. Così scriveva un naturalista svizzero, Bertrand, alla fine del secolo decimottavo. Ed in pieno secolo decimonono, dice il Geikie, un insegnante religioso dell'università di Oxford si teneva fermo alla sua opinione, che i fossili fossero stati messi nelle rocce dal diavolo, a bella posta per ingannare e deviare la mente umana! Doveva essere costui un degno seguace di quei professori di Oxford, così bellamente derisi da Giordano Bruno ne *La cena de le ceneri*. Del resto, parlando e scrivendo diversamente, essi correvano, allora, il rischio di fare proprio la fine di Bruno. Il solo modo di sfuggire al dilemma, che si presentava innanzi alle loro menti ortodosse, era quello di ricorrere al diluvio di Noè. Questo evento era allora considerato di natura universale in accordo con la dizione delle sacre scritture. Per quegli scrittori specialmente, che non avevano conoscenza personale della questione e non sapevano come i fossili sono disposti in pile di strati successivi, per centinaia e migliaia di metri di spessore, la dottrina dell'efficienza del diluvio offriva una comoda soluzione. Essi non avevano alcuna concezione della impossibilità fisica dell'accumulazione di tutti i terreni fossiliferi della crosta terrestre in quel periodo quando « tutte le fonti del grande abisso scoppiarono, e le cateratte del cielo furono aperte, e la pioggia fu in su la terra per lo spazio di quaranta giorni e di

quaranta notti... e per lo spazio di centocinquanta giorni le acque prevalsero sulla terra, e tutti gli alti monti sotto i cieli ne furono coperti ». Ad essi bastava avere dalla Bibbia la garanzia, che la terra era stata sommersa dopo la creazione degli animali e che quindi gli avanzi di questi sui monti fossero dovuti al diluvio. Di qui la forza dei « diluvialisti » per parecchi secoli, dovuta più al loro atteggiarsi come campioni dell'ortodossia, che alla saldezza dei loro ragionamenti.

Non potevano mancare, però, altri osservatori, che scorgessero l'impossibilità del diluvio di accumulare tali pile enormi di rocce fossilifere. Essi fecero ricorso alle eruzioni vulcaniche, per spiegare il fenomeno, ignari, com'erano del vero procedimento delle forze eruttive. Dovevano ancora passare diverse generazioni, e molte osservazioni esser fatte in varie regioni della terra, prima di poter stabilire definitivamente la verità, che le formazioni fossilifere, di migliaia di metri di spessore, contengono un lungo ricordo di mutamenti geografici della superficie della terra ed una maravigliosa successione di tipi organici, per la cui evoluzione occorse una vasta serie di lunghe epoche geologiche. Durante il secolo decimosesto e decimosettimo e gran parte del decimottavo, fino a Voltaire ed oltre, la controversia sui fossili e sulla loro origine dal diluvio, mentre teneva vivo l'interesse sul soggetto, indubbiamente ostacolò il progresso delle concezioni razionali sui fatti fondamentali della geologia.

Il primo a spezzare i vincoli della superstizione del diluvio ed a stabilire i veri principii razionali della geologia fu, come s'è visto innanzi, nel 1500, Leonardo da Vinci. Subito dopo di lui, avendone certamente sentito da lui gli insegnamenti, vennero i suoi conoscenti e discepoli immediati, che aprirono la serie dei fondatori della geologia : scienza, nella sua origine, veramente italiana. Apre la serie Girolamo Fracastoro, nato nel 1483 a Verona, morto nel 1553, autore degli *Homo-*

*centrica*, pubblicati a Venezia nel 1538, professore nell'università di Padova, di dove dopo alcuni anni di insegnamento si ritirò nella sua città nativa, Verona. Quivi nel 1517, due anni prima della morte di Leonardo, facendosi alcuni scavi nei dintorni, furono estratti molti blocchi di rocce con avanzi fossili di ricci di mari, granchi, conchiglie, nicchi, ostriche, pesci, etc. Alcuni di questi furono portati al Fracastoro dal giureconsulto veronese Torello Saragna, che gliene chiese l'origine. Ed il Fracastoro rispose, secondo quanto ce ne ha lasciato scritto il Saragna, che tre erano le opinioni da discutersi sull'argomento. La prima, secondo la quale quelle conchiglie si trovavano sui monti per effetto del diluvio mosaico, non era da accettarsi: perchè il diluvio fu solo un inondazione temporanea, causata da piogge, ed avrebbe solo sparso le conchiglie sul suolo, invece di seppellirle profondamente negli strati, che formano le montagne, da cui si cavano le pietre. Nè era da pigliarsi in considerazione l'idea assurda, che quegli avanzi fossero dovuti ad una forza plastica, imitatrice di forme organiche, della natura inorganica. Restava quindi la terza opinione, che egli, Fracastoro, accettava e sosteneva, che cioè i fossili erano naturalmente avanzi di animali marini, vissuti e morti in quegli strati di sedimenti, i quali poi hanno formato le montagne. Tale opinione egli poi nel 1538 la pubblicò nella sua opera *Homocentrica*: « Ad ipsas praeterea insularum montiumq. generationes, si quis respiciat, videatqû tempus illud fuisse, quum e mari facti et olim mari contecti fuerint, futurumque rursus, ut qua mare nunc integit, habitabile olim fiat, quodque habitatur ac colitur, condendum quandoque oceano fore, tum videat maximas illas terrae mutationes, eluviones, exarsiones, magnasque aestates illas, atque hiemes, quas Aristotheles refert..., agnoscet quidem in caelo mutationes esse oportere, quae tanta efficiant, longe alias et maiores, quam illae sicut, quas quotidie videmus

in angusto admodum costitutas ». Fracastoro dunque, se non con tanta chiarezza ed esperienza, quanta ne aveva mostrato Leonardo da Vinci, pure manifestava sane opinioni scientifiche sull'origine dei fossili ed i mutamenti della terra.

Ciò che Fracastoro palesava scientificamente, il contemporaneo Pontano cantava letterariamente nel suo *Liber de meteoris,* pubblicato nel 1539 :

Adveniet lustris properantibus aetas
cum pelago emerget tellus nova, cum mare terris
incumbens mole ingenti, simul oppida & arces
cultaque sub rapido secum feret hausta profundo.

Per quanto il Pontano in questi versi, e nei precedenti e nei seguenti, si riattaccasse alla tradizione poetica di Ovidio e di Virgilio e non esponesse verità da sè esperimentate ed escogitate, pure è innegabile, che egli avesse e riproducesse una sana concezione della natura.

Fa quindi tanta più meraviglia vedere, che subito dopo Fracastoro e Pontano gli scienziati d'Italia e di fuori già cominciassero a divagare dai giusti principii di geologia, pensati ed in parte forse esposti da Leonardo. Lo stesso Girolamo Cardano, vissuto dal 1501 al 1576 e familiare, nella sua giovinezza, del consorzio di Leonardo, nel suo libro *De Subtilitate,* pubblicato nel 1552 e stampato in francese a Parigi nel 1556, non mostra avere un'opinione precisa e decisa sull'origine dei fossili e solo accenna ai mutamenti della terra nelle parole, ricordate da Baratta : « In mari vero scopuli eadem ratione constant : atque ex insulis exesa terra a fluctibus oriuntur : iidem accedente terra, aut intumescente, in insulas evadunt. Ob id pleraeque insulae montibus abundant : quod si mare siccetur, scopuli in montes evadunt. Ob id nihil mirum in montibus iuxta mare inveniri navium partes, & ostrea, atque conchiglia. Quid enim hoc aliud est, quam montes illos olim fuisse maris scopulos,

aut aliquando inundationem aliquam gravem praecessisse? » Per queste sue opinioni poco precise il Cardano fu appunto attaccato, come vedremo, dal Palissy.

E che dire degli altri scienziati, che stanno tra Cardano e Palissy? Il Mattioli, che fu il primo ad indicare i pesci fossili di monte Bolca, sosteneva di nuovo, per spiegare i fossili, l'idiozia della *materia pinguis*. Il valente anatomico Falloppio, nel 1557, per non ammettere l'universalità del diluvio e per seguire Aristotele, proclamò che i fossili erano semplici concrezioni inorganiche, anzi giunse a pensare, che perfino i cocci del Testaccio a Roma fossero produzioni della terra! Il Mercati, che nel 1574 descrisse, nella *Metallotheca vaticana*, la collezione di fossili raccolta da Sisto V, e l'Olivi, che descrisse quella di Verona, ricorsero agli scherzi di natura. Ma il botanico Andrea Cesalpino, nel 1566, chiamò nuovamente l'attenzione, nel suo libro *De Metallicis*, sulla vera natura dei fossili, considerandoli come avanzi di veri animali marini, abbandonati dal mare e petrificati poi nelle rocce.

Fra il dilagare di tante assurdità ci fermiamo con maraviglia e con piacere innanzi all'apparizione del vasaio Bernard Palissy. La geologia deve i suoi tratti più geniali non a scienziati di professione, ma ad artisti ed artefici, come Ovidio, Leonardo, Palissy, Scilla, etc. Bernard Palissy nacque nel 1510 alla Chapelle-Biron, nel Perigord. « Un potier de terre, qui ne savait ni latin ni grec » scrisse Fontenelle nelle Memorie dell'Accademia delle scienze di Parigi, pel 1720, « fut le premier, vers la fin du XVI<sup>e</sup> siècle, qui osa dire dans Paris, et à la face de tous les docteurs, que les coquilles fossiles étaient de véritables coquilles déposées autrefois par la mer dans les lieux où elle se trouvait alors, que des animaux, et surtout de poissons, avaient donné aux pierres figurées toutes leurs différentes figures, et il défia hardiment toute l'école d'Aristote d'attaquer ses

preuves. C'est Bernard Palissy, aussi grand physicien que le nature seule en puisse former un. Cependant son système a dormi près de cent ans, et le nom même de l'auteur est presque ignoré». Nel 1580 Palissy pubblicò a Parigi la sua opera, intitolata: *Discours admirables de la nature des eaux et fontaines, tant naturelles qu' artificielles, des métaux, des sels et salines, des pierres, des terres, du feu et des émaux; avec plusieurs autres excellents secrets des choses naturelles. Plus un traité de la marne fort utile et nécessaire à ceux qui se mellent de l'agriculture. Le tout dressé par dialogues, ès quels sont introduits la théorique et le practique.* In quest'opera Palissy scrive dei fossili e della loro origine con argomenti e ragionamenti così analoghi a quelli di Leonardo, che pare quasi come se ne avesse conosciuti i pensieri ed i manoscritti. A pagina 280 però egli per primo enuncia la grande verità, che molti generi di fossili sono diversi dai generi di animali moderni: «Enfin i'ay trouvé plus d'especes de poissons ou coquilles d'iceux petrifiées en terre, que non pas de genres modernes, qui habitent en la mer Oceane. Et combien que i'aye trouvé des coquilles pietrifiées... i'en ay trouvé d'aucunes especes, desquelles la genre est hors de nostre connoissance». A pagina 272 egli confuta l'opinione di Cardano, che le conchiglie fossili fossero venute dal mare durante il diluvio: «Et quant est du poisson portant coquilles, au temps de le tourmente ils s'attachent contre les rochers en telle sorte que les vagues ne les sçauroyent arracher, et plusieurs autres poissons se cachent au fond de la mer, auquel lieu les vents n'ont aucune puisance d'esbranler ny l'eau ny le poisson. Voilà una preuve suffisante pour nier que les poissons de la mer se soyent espandus par la terre és iours du Deluge. Si Cardanus eust regardé le livre de Genese il eust parlé autrement; car là Moyse rend témoignage qu'es iour, du Deluge, les abymes et ventailles du ciel furent ouuerts, ea pleut l'espace

de quarante iours, lesquelles pluyes et abymes amenerent les eaux sur la terre et non pas le desbordement de la mer ». Il modo di ragionare di Palissy è, come si vede, perfettamente analogo a quello di Leonardo : restando però a questo inferiore in ciò, che il vasaio francese dimostrava ancora in base al racconto della Genesi e di Mosè, che Leonardo invece, come abbiamo visto, già non pigliava più sul serio.

Nell'anno stesso, in cui era stampata l'opera di Palissy, cioè nel 1580, arrivava a Parigi Giordano Bruno, che aveva già insegnato per due anni nell'università di Tolosa. A Parigi il filosofo nolano conquistò subito per pubblico concorso la cattedra di ordinario alla Sorbona; ma non l'accettò, per non sottostare all'obbligo di sentire la messa, e si contentò del posto di straordinario, dal quale insegnò per tre anni, fino al 1583, quando si recò in Inghilterra. Bruno insegnava in Francia, come poi insegnò in Inghilterra ed in Germania, soprattutto filosofia : ma una filosofia naturale, sul tipo di quella dei filosofi ionici, combattendo Aristotele ed il dogmatismo del medioevo, ed appoggiandosi sulla scienza nuova del rinascimento; massime sul nuovo sistema copernicano, che aveva fatto rivivere l'antica cosmogonia della scuola pitagorica ed era stata come una catapulta contro la concezione aristotelica-tolemaica-biblica dell'universo. È naturale quindi, che nella concezione di Giordano Bruno, come c'era uno spazio immenso, con tale innumerabilità di corpi, che perfino Kepler (vedi *Opera*, I, 688; VI, 136) ne rabbrividiva, così v'era anche un tempo infinito, con infinite mutazioni, sia sulla terra che sugli altri corpi celesti. Di tale vastità di concezioni e rappresentazioni, astronomiche e geologiche, di Giordano Bruno si trovano numerosi esempi nelle sue opere, siano italiane che latine : ma per lo scopo di questo libro basta qui ricordare quel che egli disse nella sua disputa con i professori di Oxford, nel mercoledì delle ceneri del 1584, e che

raccolse poi nei dialoghi: *La cena de le ceneri,* pubblicati appunto nel 1584. Nel dialogo quarto Bruno riassume rapidamente la sua concezione dell'universo con le seguenti parole: « Rispose il Nolano... che l'universo è infinito, e che quello consta d'una immensa eterea regione. È veramente un cielo, il quale è detto spazio e seno, in cui sono tanti astri, che hanno fissione in quello, non altrimenti che la terra. E così la luna, il sole ed altri corpi innumerabili sono in questa eterea regione, come veggiamo essere la terra. E che non è da credere altro firmamento, altra base, altro fondamento, ove s' appoggino quasi grandi animali, che concorrono alla costituzione del mondo. Questi sono gli grandi animali, de' quali molti con lor chiaro lume, che da lor corpi diffondono, ne sono di ogni contorno sensibili. De' quali altri sono effettivamente caldi, come il sole ed altri innumerabili fuochi; altri son freddi, come la terra, la luna, venere, ed altre terre innumerabili. Questi, per comunicare l'uno a l'altro, e partecipar l'un da l'altro il principio vitale, a certi spaci, con certe distanze, gli uni compiscono gli lor giri circa gli altri; com'è manifesto in questi sette, che versano circa il sole, de' quali la terra è uno, che, movendosi circa il spazio di 24 ore dal lato chiamato occidente verso l'oriente, cagiona l'apparenza circa quella del moto dell'universo, che è detto moto mundano e diurno. La quale imaginazione è falsissima, contra natura ed impossibile: essendo che sia possibile, conveniente, vero e necessario, che la terra si muova: circa il proprio centro, per partecipar la luce e tenebre, giorno e notte, caldo e freddo; circa il sole, per la partecipazione de la primavera, estate, autunno, inverno; verso i chiamati poli ed opposti punti emisferici, per la rinovazione di secoli e cambiamento del suo volto, a fin che dove era il mare sia l'arida, ove era torrido sia freddo, ove il tropico sia l'equinozio: e finalmente sia di tutte cose la vicissitudine, come in questo così

negli altri astri, non senza ragione degli antichi veri filosofi chiamati mondi ». Qui Bruno mette in rapporto i mutamenti del mare e della terra con gli spostamenti dell'asse di rotazione del pianeta ed, in generale, con l'economia di tutta quanta la materia nell'universo.

Tale concetto è più ampiamente dichiarato, e suffragato anche di dimostrazioni geologiche, nel dialogo quinto della medesima *Cena de le ceneri*: « La cagione di cotal moto è la rinovazione e rinascenza di questo corpo. Il quale secondo la medesima disposizione non può essere perpetuo; come le cose, che non possono essere perpetue secondo il numero, si fanno perpetue secondo la specie; le sostanze, che non possono perpetuarsi sotto il medesimo volto, si vanno tuttavia cangiando di faccia: perchè essendo la materia e sostanza delle cose incorruttibile, e dovendo quella secondo tutte le parti esser soggetto di tutte forme, a fin che secondo tutte le parti, per quanto è capace, si fia tutto, sia tutto, se non in un medesimo tempo ed istante d'eternità, successiva — e vicissitudinalmente: perchè, quantunque tutta la materia sia capace di tutte le forme insieme, non però di tutte quelle insieme può esser capace ogni parte della materia. Però a questa massa intiera, della qual consta questo globo, questo astro, non essendo conveniente la morte e la dissoluzione, ed essendo a tutta natura impossibile l'annichilazione: a tempi a tempi, con certo ordine, viene a rinnovarsi, alterando, cangiando, mutando le sue parti tutte: il che conviene che sia con certa successione, ognuna prendendo il loco de l'altre tutte: perchè altrimenti questi corpi, che sono dissolubili, attualmente talvolta si dissolverebbero, come avviene a noi particolari e minori animali. Accade dunque, che non è parte nel centro e mezzo della stella, che non si faccia nella circonferenza e fuor di quella; non è porzione in quella extima ed esterna, che non debba talvolta farsi ed essere intima

ed interna: e questo l'esperienza d'ogni giorno nel dimostra: che nel grembo e viscere della terra altre cose s'accoglieno, ed altre cose da quelle ne si mandan fuori. E noi medesimi e le cose nostre andiamo e vegnamo, passiamo e ritorniamo, e non è cosa nostra, che non si faccia aliena, e non è cosa aliena, che non si faccia nostra... E non è cosa, alla quale naturalmente convenga essere eterna, eccetto alla sustanza, che è la materia, a cui non meno conviene essere in continua mutazione. Della sustanza suprasustanziale non parlo al presente; ma ritorno a ragionar particularmente di questo grande individuo, ch'è la nostra perpetua nutrice e madre; di cui dimandaste, per qual cagione fusse il moto locale: e dico, che la causa del moto locale, tanto del tutto intiero, quanto di ciascuna delle parti, è il fine della vicissitudine, non solo perchè tutto si ritrovi in tutti i luoghi, ma ancora perchè con tal mezzo tutto abbia tutte disposizioni e forme: per ciò che degnissimamente il moto locale è stato stimato principio d'ogni altra mutazione e forma, e che tolto questo non può essere alcun altro. Aristotele s'ha possuto accorgere della mutazione secondo le disposizioni e qualità, che sono nelle parti tutte della terra, ma non intese quel moto locale, che è principio di quelle. Pure nel fine del primo libro della sua Metheora ha parlato come un che profetizza e divina: che, benchè lui medesmo talvolta non s'intenda, parte in certo modo zoppicando, e mischiando sempre qualche cosa del proprio errore al divino furore dice, per il più e per il principale, il vero. Or apportiamo quel che lui dice di vero e degno d'esser considerato, e poi soggiungiamo le cause di ciò, quali lui non ha possuto conoscere. Non sempre (dice egli) gli medesimi luoghi della terra son umidi o secchi, ma, secondo la generazione e difetto di fiumi, si cangiano: però quel che fu ed è mare, non sempre è stato e sarà mare; quello che sarà ed è stato terra, non è nè fu sempre terra; ma

con certa vicissitudine, determinato circolo ed ordine, si de' credere che dove è l'uno sarà l'altro, e dov'è l'altro sarà l'uno. E se dimandate ad Aristotele il principio e causa di ciò: risponde, che gl'interiori de la terra, come gli corpi delle piante ed animali, hanno la perfezione, e poi invecchiano. Ma è differenza tra la terra e gli altri detti corpi: perchè essi intieri in un medesmo tempo secondo tutte le parti hanno il progresso, la perfezione ed il mancamento, (come lui dice) il stato, e la vecchiaia; ma nella terra questo accade successivamente, a parte a parte: con la successione del freddo e caldo, che cagiona l'aumento e la diminuzione, la qual seguita il sole e il giro, per cui le parti della terra acquistano complessioni e virtù diverse. Da quai luoghi acquosi in certo tempo rimangono, poi di novo si disseccano ed invecchiano; altri si ravvivano e secondo certe parti s'inacquano. Quindi vediamo svanir i fonti, i fiumi or da piccioli divenir grandi, or da grandi farsi piccioli e secchi al fine. E da questo che gli fiumi si cascano, proviene che per necessaria conseguenza si tolgano i stagni e mutinsi gli mari: il che però, accadendo successivamente circa la terra a tempi lunghissimi e tardi, a gran pena la nostra e di nostri padri la vita può giudicare; atteso che più tosto cade le età e la memoria di tutte genti, ed avvengono grandissime corruzioni e mutazioni, per desolazioni e desertitudini, per guerre, per pestilenze e per diluvii, alterazioni di lingue e di scritture, trasmigrazioni e sterilità di luoghi, che possiamo ricordarci di queste cose da principio sino al fine, per sì lunghi, varii e turbolentissimi secoli. Queste gran mutazioni assai ne si mostrano nelle antichità del Egitto, nelle porte del Nilo... Or come accade in questi luoghi piccoli, il medesimo dobbiamo pensar circa grandi e regioni intiere: però come veggiamo che molti luoghi, che prima erano acquosi, ora son continenti, così a molti altri è sopravvenuto il mare. Le quali mutazioni veggiamo farsi a poco a poco, come

le già dette, e come ne fan vedere le corrosioni di monti altissimi e lontanissimi dal mare, che, quasi fusser freschi, mostran gli vestigii dell'onde impetuose. E ne consta dall'istorie di Felice, martire nolano, quali dichiarano al tempo suo (ch'è stato poco più o meno di mill'anni passati) era il mare vicino alle mura della città, dove è un tempio che ritiene il nome di Porto, onde al presente è discosto dodeci milia passi. Non si vede il medesmo in tutta la Provenza? Tutte le pietre, che son sparse per gli campi, non mostrano un tempo esser state agitate dall'onde?... » Naturalmente, Giordano Bruno parla da filosofo e con argomentazioni generali, non con osservazioni particolari, quali quelle usate dalle menti scientifiche di Leonardo da Vinci e di Palissy; ciò nonpertanto anch'egli nella visione dei mutamenti della terra non solo attinge al suo naturale genio intuitivo ed alla tradizione dell'antichità classica, ma si serve anche di sue esperienze personali, fatte nell'agro nolano, in Provenza ed in altre regioni da lui visitate.

Tra queste esperienze personali bisogna segnare la degradazione delle catene montuose, indicata nel dialogo terzo de *La cena de le ceneri*: « Le Alpe e gli Pirenei, che sono stati altre volte la testa d'un monte altissimo, la quale venendo tutta via fracassata dal tempo (che ne produce in altra parte per la vicissitudine de la rinovazione de le parti de la terra), forma tante montagne particolari, le quali noi chiamiamo monti ». Similmente deriva da propria conoscenza l'interpretazione dei diversi fenomeni eruttivi, dovuti ad una sola causa, qual'è data nel capitolo XIV del libro VI del grandioso poema *De Immenso et Innumerabilibus*:

Hinc thermae, hinc calidi fontes, hinc sunt freta salsa,
Sulphurei hinc montes, hinc est bitumen amarum,
Multiplici hinc Stygius regioni aperitur Avernus,
Hinc celebris Siculis praeruptus hiatibus Aethna,
Cinerei hinc montes, vidui partusque Vesevi,

Vulcani, Lypares, Prochitae, avernaeque fucinae:
Unde velut toto est animantum in corpore fusus
Aethereus fervor, pura aura, ignisque animalis,
Simplex, vitalis, nativus, spiritualis.

Nei quali versi sono ricordate le eruzioni del Vesuvio e quelle del *monte di cenere,* o Monte Nuovo, del 1538. Inoltre nel commento in prosa al capitolo III del libro IV dello stesso poema ricorda l'allineamento dei vulcani lungo le coste marine, attribuendo l'eccitamento delle eruzioni vulcaniche all'azione esercitata dall'acqua negli interni materiali della terra: « Apud nos nusquam inconsistere sine aqua videtur ignis, et validiores flammas humiditate simplicis aquae alimus. Alitur Vulcanus et Aethna vicinitate maris: ignes etiam veluti mortui aqua, ut in calce viva constat, excitantur ». Da cui si vede anche, che Giordano Bruno, secondo i dettami della scienza sperimentale ed i principii di Leonardo da Vinci, risale sempre dal fenomeno alla sua causa efficiente.

Degno della mente volatile di Leonardo, ma di volo anche più vasto, sono i capitoli III e IV del libro IV del poema *De Immenso,* in cui Bruno trasporta il suo lettore prima nella luna e poi in Venere, non su ali di velivoli,

te non ceratis Dedala plumis
Ulla manus tollit, vel stulti techna Menippi;

ma sulle ali della mente, per fargli mirare di là la terra:

Hinc tibi ab opposita ostendam regione micantem
telluris vultum, radiante lumine solis
diffuso oceani in faciem. Videri ut modo vasta
machina in exiguam molem contracta videtur?
Dic: ubi sylvarum species? ubi flumina, montes,
Stagna, lacus, urbes, brumae discrimen et aestus?
Ut tantum species candentis mansit, et atri?
. . . . . . . . . . . . . . .
Iam tibi non Tellus, sed vere Luna videtur.

E guardando da Venere spariscono anche le macchie della terra, e questa appare là quale un candido astro lucente, siccome Venere appare a noi:

Illa illa est, toto quae nunc tibi candet ab orbe:
Abstersit maculas, furvoque exuta colore est,
Fimbria lata obiit: modo corporis illa minoris
Contraxit speciem toto splendentis ab orbe:
Hesperus est istis illa, illa est Phosphorus istis.

Or come per la lontananza dello spazio non è possibile dalla luna distinguere le secolari variazioni della superficie della terra, nè da questa le mutazioni della luna:

I nunc, crede homines istos, aetatibus actis
permultis, potuisse aliquid Telluris in orbe
mutatum vidisse magis, quam Cinthyae in ore
de nostro licuit mundo;

così, per l'enorme lontananza del tempo noi stessi sulla terra non abbiamo esperienza degli immensi mutamenti di mare e di terra subìti dal nostro pianeta:

Tempore praesenti quum prospiciantur ab hisce
oris, credentur per plurima secla fuisse
obvia forte secus? Nunquid cerealia regna
Neptuni imperiumque datas confundere sorteis,
contemerando suos fines, magis ista videbit
gens, quam monstravit longa experientia nobis?
Quam modica est illic multo variatio seclo,
incola ne proprius vix ullam existimet esse?
Nempe velut pontus de litore cessit ibero,
quantum usurpavit terrai, ad litora, Calpes,
aegre etenim mentem tam longe memoria format,
diminuitque fidem multos digesta per annos
fama vagi Alcidis, posuit qui signa triumphi:
per quae nosse licet, sero quantumlibet aevo,
Tethios ut Cereris prata obruit, haecque vicissim
pascere Pana iubet tumidi per tergora montis,
qui quondam, scopuli in species, surgebat ab antris
coeruleum excipiens agitantem Prothea phocas.
Exigua est nimium in tanto variatio fluxu
temporis, in nostrae vultu telluris adacta.

La stessa considerazione torna nel capitolo XIII del libro V dello stesso poema, in cui, parlando della mole della terra, rispetto alla quale i monti più alti son meno delle asperità di un pomo ed i mari più profondi sono più sottili di una tenue membrana avvolta intorno allo stesso pomo, Bruno torna a parlare delle vicissitudini del mare e della terra:

> Sed rursum corpus telluris contueamur,
> et videamus ubi tanta ipsum in mole pusillum,
> nec primo reputemus eam telluris haberi
> partem contectam maribus non ordine eodem
> distinctam in planum, valles, montesque superbos:
> nam quae nunc pontus super occupat, haec aliquando
> sydera tranquillo spectabant aere prona;
> et contra maris aspicimus vestigia celsis
> montibus impressa, celsa usque cacumina sursum.

Nei quali ultimi magnifici versi si sente quasi come l'eco del canto di Lucrezio e di Ovidio.

Innanzi ad una concezione così vasta, quale aveva Giordano Bruno, delle vicende astronomiche e geologiche della terra, dovevano apparire assai meschini, addirittura risibili, assai più che a Leonardo da Vinci, i racconti biblici, e di altre mitologie, sulla genesi, il diluvio universale, i seimila anni dalla creazione dell'uomo e simili altre favole puerili. Onde egli li mise bellamente in derisione nella seconda parte del terzo dialogo dello *Spaccio de la bestia trionfante,* facendo sostituire per bocca di Giove alle costellazioni e superstizioni le più pure verità della morale e della scienza moderna: « Però non curo che la verità sia sotto figura e nome de l'Orsa, la magnanimità sotto quella dell'Aquila, la filantropia sotto que' del Delfino, e così degli altri. E per venire alla proposta del tuo Capricorno: tu sai quel ch'ho detto da principio, quando feci l'enumerazione di quei che doveano lasciar il cielo, e credo che ti ricordi lui essere uno dei riservati. Godasi dunque la sua sedia, tanto per

le ragioni da te apportate, quanto per altre molte non minori, che apportar si potrebbono. E con lui per degni rispetti soggiorni la libertà di spirito, a cui talvolta amministra il monachismo (non dico quello de' cocchiaroni), l'eremo, la solitudine: che sogliono parturir quel divino sigillo ch'è la buona contrazione. — Appresso dimandò Theti di quel che volea far de l'Aquario. — Vada, rispose Giove, a trovar gli uomini, e sciorgli quella questione del diluvio, e dichiarare come quello ha potuto essere generale, perchè s'apersero tutte le cataratte del cielo: e faccia che non si creda oltre quello esser stato particolare, perchè è impossibile che l'acqua del mare e fiumi possa gli doi ambi emisferi ricuoprire, anzi ne pur un medesimo circa et oltre i tropici e l'equinoziale. Appresso faccia intendere, come questa riparazion del geno, tranghiuttito da l'onde, fu da l'Olimpo nostro de la Grecia, e non da gli monti di Armenia, o dal Mongibello di Sicilia, o da qualche altra parte. Oltre che le generazioni de gli uomini si trovano in diversi continenti, non a modo con cui si trovano tant'altre specie di animali, usciti dal materno grembo de la natura, ma per forza di transfretazione e virtù di navigazione, perchè (verbi gratia) son stati condotti da quelle navi, che furono avanti che si trovasse la prima: perchè (lascio altre maledette ragioni da canto, quanto agli greci, druidi e tavole di Mercurio, che contano più di ventimila anni, non dico di lunari, come dicono certi magri glossatori, ma di que' rotondi simili a l'anello, che si computano da un inverno a l'altro, da una primavera a l'altra, da uno autunno a l'altro, da una stagione a l'altra medesima), è frescamente scoperta una nuova parte de la terra, che chiamano nuovo mondo, dove hanno memoriali di diecimila anni e più, gli quali sono come vi dico integri e rotondi, perchè gli loro quattro mesi son le quattro stagioni, e perchè quando gli anni eran divisi in più pochi, erano anche divisi in più grandi

mesi. Ma lui, per evitar gli inconvenienti, che possete da voi medesimi considerare, vada destramente a mantener questa credenza, trovando qualche bel modo di accomodar quelli anni: e quello, che non può glosare ed iscusare, audacemente nieghi, dicendo che si deve porgere più fede a gli dei (de' quali porterà le lettere, patenti e bolle) che a gli uomini, li quali tutti son bugiardi. — Qua aggiunse Momo, dicendo: El mi par meglio di scusarla in questa maniera, con dire (verbi gratia) che questi de la terra nova non sono uomini, benchè in membra, figura e cervello siano molto simili a essi, et in molte circostanze si mostrano più savii, et in trattar gli lor dei manco ignoranti. — Rispose Mercurio che questa era troppo dura a digerire. Mi par che quanto appartiene alla memoria di tempi si può facilmente provvedere, con far maggiori questi o minori quelli anni: ma penso che sia conveniente trovar alcuna gentil ragione, per qualche soffio di vento, o per qualche trasporto di balene, ch'abbiano inghiuttite persone di un paese, e quelle vive andate a vomire in altre parti et altri continenti. Altrimenti noi dei greci saremo confusi, perchè si dirà che tu, Giove, per mezzo di Deucalione non sei riparator de gl'uomini tutti, ma di certa parte solamente. — Di questo e del modo di provedere si parlerà a più bell'agio, disse Giove. Aggiunse alla commissione di costui, che debba egli definire circa la controversia, se lui è stato sin'ora in cielo per un padre di greci, o di ebrei o di egizii o di altri: e se ha nome Deucalione, o Noemo, o Otrio, o Osiri. Finalmente determini, se lui è quel patriarca Noe, che imbriaco per l'amor di vino mostrava il principio organico della lor generazione a' figli, per fargli intendere insieme insieme dove consistea il principio ristorativo di quella generazione assorbita ed abissata dall' onde del gran cataclismo, quando doi uomini maschi retrogradando gittaro gli panni sopra il discuoperto seno del padre; o più è quel tessalo

Deucalione, a cui insieme con Pirra sua consorte fu mostrato ne la pietra il principio della umana riparazione, la onde de doi uomini un maschio et una femina retrogradando le gittavano addietro al discuoperto seno della terra madre? Et insegni, di questi doi modi di dire (perchè non possono essere l'uno e l'altro historia) quale sia la favola e quale sia la istoria; e se sono ambi doi parole, quale sia la madre e quale sia la figlia; e veda se potrà ridurle a metaphora di qualche verità degna di essere occulta. Ma non inferisca, che la sufficienza della magia caldaica sia unita e derivi da la cabala giudaica: perchè gli ebrei sono convitti per escremento de l'Egitto; e mai è chi abbia possuto fingere con qualche verisimilitudine, che gli egizii abbiano preso qualche degno od indegno principio da quelli. Onde noi greci conoscemo per parenti de le nostre favole, metaphore e dottrine la gran monarchia de le lettere e nobiltade Egitto, e non quella generazione, la quale mai ebbe un palmo di terra, che fusse naturalmente o per giustizia civile il suo: onde a sufficienza si può conchiudere, che non sono naturalmente, come nè per lunga violenza di fortuna mai furono, parte del mondo ». In questa diatriba contro la genesi e la leggenda del diluvio universale Giordano Bruno si serve, come si vede, non solo di giusti argomenti geografici, geologici ed etnografici, ma anche di metodi di critica storica e mitologica, che solo di recente sono acquisiti alla scienza moderna.

Ma per questo appunto, e per i suoi sani principii di astronomia e di geologia, e per altro ancora, Giordano Bruno fu arso vivo a Roma, in Campo de' Fiori, il 17 febbraio 1600.

Con la morte di lui si chiude quel grandioso secolo del cinquecento, aperto da Leonardo da Vinci, che rappresenta uno dei più splendidi periodi della civiltà sulla terra, e nel quale germogliò, insieme con tanti altri polloni dello spirito umano, anche il virgulto della geologia. Segue il seicento, che per la

geologia, come per le altre scienze, rappresenta un declinare continuo fino alla metà del settecento, fino a quando, cioè, non si ebbe un nuovo risorgimento tra la fine del secolo decimottavo ed il principio del decimonono.

Nel seicento, scrive il Geikie nell'opera su citata, il progresso della geologia in Europa ebbe come fattezza caratteristica lo sviluppo d'una serie di sistemi cosmologici, in cui la sola base comune di speculazione era lo sfogo di raccontare l'origine del nostro globo e dell'universo in armonia con l'insegnamento della chiesa. La scienza non s'era ancora avanzata tanto da dare una solida base per speculazioni di questo genere, e per conseguenza il difetto di dati era supplito da pitture affatto immaginarie della storia della creazione. I sistemi cosmogonici, così costrutti, quantunque alcuni ottenessero molta fama nel loro tempo, impedirono il procedere delle ricerche, perchè deviarono l'attenzione dall'osservazione della natura in aride controversie su speculazioni teoriche. Invano quelli, che avevano acquisito alcune elementari verità sulla natura della crosta terrestre, tentarono di opporsi a quei fantastici sistemi. I propugnatori di questi, fino a tre secoli dopo Leonardo da Vinci e due secoli dopo Giordano Bruno, resistevano impavidi ad ogni attacco, appoggiandosi sulla fede dei libri di Mosè.

Tale stravagante fenomeno appare più evidente che altrove in Inghilterra, dove, come in tutti i paesi di fanatico puritanesimo, la fede nella Bibbia ha prodotto e produce quelle storture mentali, rese famose da quei professori di Oxford, dipinti da Giordano Bruno ne *La cena de le ceneri*. Così, per esempio, nel 1681 Thomas Burnet pubblicò in latino la sua teoria sacra della terra, in cui descrisse il paradiso terrestre regnante sulla terra, fino a quando per la malvagità degli uomini i raggi del sole spaccarono la crosta terrestre e ne fecero sgorgare gli abissi delle acque, che col diluvio universale inondarono tutti

i continenti. Nel 1696 William Whiston nella sua *New Theory of the Earth* invece immaginò, che al tempo di Noè, e propriamente il 18 novembre dell'anno 2349 avanti Cristo, una cometa passò colla sua coda sull'equatore e produsse quelle pioggie e quelle inondazioni del diluvio universale, da cui si depositarono i terreni stratificati della crosta terrestre. Simili effetti del diluvio furono descritti nell'*Essay towards a Natural History of the Earth,* pubblicato nel 1695 da John Woodward, raccoglitore ed illustratore delle grandi collezioni di fossili del Sedgwick Museum dell'università di Cambridge. Il noto botanico e zoologo John Ray (1627-1705) mise in ridicolo le teorie diluviali del suo contemporaneo e collega Woodward, ma inclinò a credere, che i fossili si fossero originariamente formati nei posti, in cui ora si trovano, per virtù di qualche principio spermatico! Un altro socio della Royal Society di Londra, Martin Lister, nelle *Transactions* del 1671 pubblicò una descrizione delle conchiglie fossili inglesi, illustrandole con accuratissime tavole, ma interpretandole come *lapides sui generis,* imitazioni di natura, simili a conchiglie, in cui però non v'era niente di conchiglia: *there is no such thing as shell in these resemblances of shells!* La stessa opinione fu sostenuta da Robert Plot nella sua *Natural History of Oxfordshire,* pubblicata nel 1677, in cui si attribuiva l'origine dei fossili, o pietre figurate, ad una qualche straordinaria forza plastica, latente nella terra. Ed un corrispondente di Ray, lo studioso Eduard Lhuyd (1640-1709) emise l'ipotesi, che con le acque del diluvio fosse penetrato nei fessi della terra lo sperma dei pesci, in modo da poter produrre ancor oggi, in favorevoli condizioni, nella impregnata terra quelle similitudini di animali marini, che sono i fossili! Nel leggere oggi queste assurde stravaganze di dottori e professori ed accademici della fine del seicento, possiamo veramente intendere ed apprezzare tutta la genialità e l'impor-

tanza dei principii di geologia, pensati, due secoli prima di essi, da Leonardo da Vinci.

Vero è che anche in Inghilterra, nel seicento, non mancava qualche persona di più sano giudizio. L'Inghilterra ci offre sempre lo spettacolo di grandi genii, sorvolanti sulla comune mediocrità mentale, impastoiata nel pregiudizio biblico : aquile come Shakespeare, Hume, Byron, volanti assai alto sul pantano del puritanesimo, e perciò appunto invisi alle quacquere rane della sottostante palude. Così per la geologia, tra le mediocrità dianzi ricordate troviamo un filosofo naturale, Robert Hooke, vissuto dal 1635 al 1703, anch'egli membro della Royal Society di Londra, ma ingegno assai più brillante e versatile dei torpidi suoi colleghi, tanto che Schopenhauer rivendica a lui la gloria, di aver indicato nel 1666, prima di Newton, la forza di gravitazione come fondamento meccanico dell'universo. Le letture fatte da Hooke alla Società Reale furono pubblicate a Londra nel 1705 come *Posthumous Works*, di cui la parte maggiore consiste di *Lectures and Discourses of Earthquakes and Subterraneous Eruptions, explicating the Causes of the rugged and uneven Face of the Earth; and what Reasons may be given for the frequent finding of Shells and other Sea and Land petrified Substances over the whole Terrestrial Superficies*. In queste letture, cominciando con una relazione sulle pietre figurate, o avanzi organici chiusi nelle rocce, illustrata da belle incisioni di fossili, Hooke discute le difficoltà di spiegare la natura e l'origine di questi oggetti, e con una serie di dimostrazioni, intercalate da allusioni satiriche a quelli che li immaginano scherzi di natura, prova : che i fossili sono organismi pietrificati o impronte lasciate da organismi; che una grande parte della superficie della terra s'è cambiata dopo la Creazione, il mare essendosi mutato in terra e la terra in mare, le montagne in piani ed i piani in montagne; che i posti, in

cui si trovano piante ed animali fossili, sono stati sott'acqua, o pel trasferimento di acqua da altra parte della terra o per lo spostamento del centro di gravità del globo, o per eruzioni o terremoti, che hanno sollevato grandi parti della terra; che vi sono state nelle passate epoche molte altre specie di creature, le quali ora non esistono più; e che non è improbabile, che ve ne siano ora diverse nuove specie, le quali non sono esistite dal principio. — Come si vede, sebbene Robert Hooke non fosse, rispetto alla storia biblica della creazione, così spregiudicato e libero come erano stati Leonardo da Vinci e Giordano Bruno, pure i suoi principii sono quelli della moderna geologia.

Ma Hooke fu, come dicevo, una mirabile eccezione, una meteora luminosa nel buio delle cognizioni geologiche del seicento, in Inghilterra e nel resto d'Europa, tranne che in Italia. In Italia ardeva ancora, sebbene affievolita, e mai si spense, la lampa della conoscenza, tramandataci dalla latinità e dal rinascimento. Anche in Italia, è vero, i puri accademici ed i descrittori delle raccolte di fossili di Vicenza, Verona, Milano, Bologna, etc., e lo stesso Ferrante Imperato nella sua bella *Historia Naturale*, Napoli e Venezia, 1672, rimasero schiavi degli antichi pregiudizii del diluvio o della virtù vegetativa delle pietre. Ma in compenso troviamo spiriti liberi, come quello, per esempio, di Fabio Colonna, che nelle sue *Osservazioni sugli animali acquatici e terrestri*, del 1616, descrivendo i fossili dei dintorni di Andria, in Puglia, non solo segnalò per primo scientificamente il gruppo dei brachiopodi, ma indicò che tra i fossili ve ne ha di origine marina, terrestre e d'acqua dolce. Egli inoltre distinse nei fossili le conchiglie effettive dai loro modelli, interni ed esterni, impronte e controimpronte, e provò che le cosidette glossopetre sono denti di pesce del genere *Carcharias*: senza riuscire, peraltro, a condurre verso la verità i suoi colleghi dei Lincei, che, come quelli della Società Reale di Londra,

si ostinavano nei vecchi errori. Nè ad indurli in migliori opinioni valse l'autorità di Nicola Stenone (1631-1687), l'anatomico danese, medico del granduca di Toscana, che nel 1669 pubblicò a Firenze i risultati dei suoi studi paleontologici e stratigrafici sui terreni toscani nella nota opera *De solido intra solidum naturaliter contento*. L'opera di Stenone supera di molto le sue contemporanee e le antecedenti per la minuzia ed accuratezza delle sue osservazioni e per la maggior parte delle deduzioni che ne trasse. Egli fu il primo a percepire chiaramente, che gli strati della crosta terrestre contengono i ricordi di una successione cronologica di eventi, e che da essi si deve decifrare la storia della terra. Così egli per la prima volta stabilì i principii fondamentali della stratigrafia, ed il suo nome deve essere tenuto in grande considerazione nella lista di quelli, che con accurate osservazioni e deduzioni misero le fondamenta della geologia moderna. Ma anch'egli fu inceppato dalla tradizione biblica, che la terra non poteva essere più antica di seimila anni e che quindi gli strati fossiliferi s'erano depositati durante e dopo il diluvio di Noè, e cercò quindi di mettere d'accordo le sei epoche, da lui distinte nella successione stratigrafica della Toscana, con il testo della *Genesi*. In questo stesso errore del diluvio, partecipato anche da Fabio Colonna, s'implicò pure il geniale pittore messinese Agostino Scilla (1629-1700), che nella sua opera *La vana speculazione disingannata dal senso*, Napoli 1670, descrisse e figurò una grande quantità di fossili dei dintorni di Reggio e Messina, dichiarandoli veri avanzi di animali marini, là depositati dal diluvio universale. Invece G. Quirini, nel descrivere i fossili della raccolta Settiliano, a Milano, nel libro *De testaceis fossilibus musei Septiliani*, del 1676, negò apertamente la probabilità che il diluvio fosse stato universale e che le pesanti conchiglie potessero essere trasportate dalle acque sulle cime delle montagne, e che le conchiglie

stesse potessero essersi sviluppate nelle temporanee e poco salate acque diluviali. Questi argomenti del Quirini ricordano, come si vede, quelli adoperati, circa duecento anni prima, da Leonardo da Vinci contro il diluvio.

Così con le dispute sul diluvio si chiude il seicento e con le medesime dispute si apre il settecento. Nel 1705 Baglivi col suo libro *De vegetatione lapidum* cercò ancora di dimostrare, che i fossili erano dovuti ad una speciale virtù nutritiva delle pietre. Ma nel 1721 fu pubblicata a Venezia l'opera *Dei corpi marini che sui monti si trovano,* in cui l'autore, Antonio Vallisneri, professore di medicina a Padova, combattè strenuamente le ipotesi cosmologiche di Woodward, mostrò che i fossili erano avanzi di animali marini e dimostrò come le formazioni fossilifere d'Italia si stendono anche in buona parte d'Europa e sono dovute ad espansioni antiche del mare, diverse dal diluvio. Così Anton Lazzaro Moro (1687-1740) nel suo trattato *De' crostacei e degli altri marini corpi che si truovano su' monti*, Venezia 1740, combattè egualmente le grottesche speculazioni di Burnet e Woodward e fece ricorso all'ipotesi di eruzioni sottomarine, per spiegare l'origine dei terreni fossiliferi, cercando di metterle d'accordo col primo libro della *Genesi*. Dopo di lui il veronese Giovanni Arduino (1713-1795), ispettore delle miniere in Toscana e poi professore di mineralogia a Venezia, diede quella prima ripartizione dei terreni della crosta terrestre, che ancora si conserva in geologia. Egli distinse i terreni dell'Italia settentrionale in primitivi, secondarii, terziari e vulcanici. I primi sono rappresentati dalle rocce scistose e massicce dei nuclei dei monti, senza avanzi organici. I secondi comprendono calcari, marne, argille ed altri materiali sedimentari stratificati, ricchi di fossili. I terzi rappresentano prodotti di disintegrazione dei primi due e contengono piante ed animali terrestri. I vulcanici sono dati dai prodotti eruttivi. Ar-

duino dunque aveva già nel 1759 applicato all'Italia settentrionale quei principii di geologia stratigrafica e cronologica, che formano ancor oggi l'essenza della geologia.

Così si giunge alla seconda metà del settecento, a partire dalla quale, procedendo per la prima metà dell'ottocento, si amalgamano nelle diverse parti d'Europa le osservazioni e le esperienze con le teorie, per costituire come scienza a sè la geologia. Questo cammino ultimo, ascendente, della geologia è segnato, come da pietre miliari, dai nomi : in Italia, di Spallanzani, Breislak, Brocchi ; in Germania di Werner ; in Francia di De Maillet (*Telliamed*), Guettard, Buffon, De Saussure, Pallas, Lamarck ; in Inghilterra, di Hutton e seguaci, fino a Lyell e Carlo Darwin : per tacere dei minori. Per opera di tutti costoro la geologia s'è assisa su incrollabili basi scientifiche. Eppure, mentre essi lavoravano ad accumulare materiale scientifico costruttivo e ad erigere costruzioni teoriche, se anche di valore temporaneo, non mancavano quelli, che si affannavano ancora dietro gli errori, già spazzati via tre secoli prima dallo spirito lucido di Leonardo da Vinci. Una prova ce n'è data da J. E. I. Walch, professore nell'università di Jena, che nel 1762 pubblicò un volume di petrografia, *Das Steinreich*, e nel 1778 finì di pubblicare una grandiosa opera paleontologica di quattro volumi in folio, illustrata da circa trecento tavole in rame, con stupendi disegni di Knorr, in cui è raccolto tutto ciò che di fossili e di paleontologia era noto fino a quel tempo. L'opera monumentale è intitolata : *Lapides Diluvii Universalis Testes — Sammlung von Merckwürdigkeiten der Natur zum Beweis einer allgemeinen Sündfluth!* Tutta questa enorme fatica materiale e mentale era dunque adoperata, per dare le prove irrefutabili del diluvio universale !

Per reagire contro questo incrollabile pregiudizio del diluvio Voltaire nel 1746 pubblicò a Parigi una lettera anonima,

scritta in italiano, per dimostrare, che i pesci fossili erano pesci, gettati via dalle tavole degli antichi romani, perchè non freschi, e che le conchiglie fossili erano cadute dai mantelli dei pellegrini reduci dalla Terrasanta! Ripetette gli stessi ed altri argomenti nella sua opera *Des singularités de la Nature,* e poi nel *Dictionnaire philosophique* (5ª edizione, la prima completa, del 1765), negli articoli su le *Coquilles* e sul *Deluge universel* combattè strenuamente, a causa del diluvio, contro le teorie geologiche di Palissy e di De Maillet. Ma nell'articolo *Inondation* dello stesso dizionario Voltaire ci mostra, che, quando non è ossessionato dall'incubo di dover ammettere il diluvio universale, sa ben concepire i lenti mutamenti della superficie terrestre. Ecco infatti come egli scrive: « Y a-t-il eu un temps ou le globe ait été entièrement inondé? Cela est physiquement impossible. Il se peut que successivement la mer ait couvert tous les terrains l'un après l'autre; et cela ne peut être arrivé que par una gradation lente, et dans une multitude prodigieuse de siècles. La mer en cinqcents années de temps s' est retirée d'Aigues-Mortes, de Frejus, de Ravenne, qui étaient de grands ports, et a laissé environ deux lieues de terrain à sec. Par cette progression il est évident qu'il lui faudrait deux millions deux cent cinquante mille ans pour faire le tour de notre globe. Ce qui est très-remarquable, c'est que cette période approche forte de celle qu'il faut à l'axe de la terre pour se relever et pour coincider avec l'équateur: mouvement très-vraisemblable, qu'on commence depuis cinquante ans à supçonner, et qui ne peut s'effectuer que dans l'espace de deux millions et plus de trois cent mille années. Les lits, les couches de coquilles qu'on a découverts à quelques lieues de la mer sont une preuve incontestable qu'elle a déposé peu à peu ces productions maritimes sur des terrains qui étaient autrefois les rivages de l'océan; mais que l'eau ait couvert entièrement tout le globe à la fois, c'est

une chimère absurde en physique, démontrée impossible par les lois de la gravitation, par les lois des fluides, par l'insuffisance de la quantité d'eau. Ce n'est pas qu'on prétende donner la moindre atteinte à la grande vérité du déluge universele, rapporté dans le Pentateuque; au contraire c'est un miracle, donc il le faut croire; c'est un miracle, donc il n'a pu être exécuté par le lois physiques. Tout est miracle dans l'histoire du déluge... Or, l'histoire du déluge étant la chose la plus miraculeuse dont on ait jamais entendu parler, il serait insensé de l'expliquer: ce sont de ces mystères qu'on croit par la foi, et la foi consiste à croire ce que la raison ne croit pas, ce qui est encore un autre miracle ». Come si vede, Voltaire, che era disposto a ragionare, e bene, sui mutamenti della superficie della terra, s'impennava, e non a torto, appena sentiva attribuire tali mutamenti al diluvio universale. E se i geologi con opere ponderose, come quella, per esempio, dianzi citata di Walch, cercavano di dimostrare, che i pesci fossili erano prove del diluvio universale, egli per dispetto arrivava a sostenere, che erano pesci guasti, gettati dalle mense degli antichi romani!

Tra sì contrarie ed assurde aberrazioni, ancora dominanti nella seconda metà del settecento, circa tre secoli dopo Leonardo da Vinci, si leggono con stupore ed ammirazione le chiare e lucide lezioni di *geografia fisica*, che Kant tenne nell'università di Königsberg dal 1774 al 1793 ed in cui espose così nitide e precise nozioni di geografia e di geologia. Nè del resto c'è da aspettarsi altrimenti dal sommo pensatore, che già nel 1755 aveva pubblicato la sua grandiosa *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*, con la quale tentava di spiegare l'origine meccanica di tutto l'universo e, prima ancora che dianoiologicamente nella *Critica della ragion pura*, naturalisticamente con essa spezzava al pensiero umano definitivamente i vincoli dello spazio e del tempo.

Voli di pensiero come questo di Kant superano naturalmente di gran lunga quelli di Leonardo da Vinci. Ma Leonardo da Vinci stesso avanzò d'assai i suoi successori, che, come s'è visto, ancora tre secoli dopo di lui oscillano tra le aberrazioni diluviali di Walch e quelle antidiluviali di Voltaire! E che dico tre secoli! Solo oggi, dopo quattro secoli da Leonardo, s'è avuta la dimostrazione scientifica della limitazione del diluvio universale. L'ha data Eduard Suess nella sua opera *Das Antlitz der Erde,* vagliando i testi caldaici ed ebraici, confrontandoli con i racconti greci ed egiziani e di altri popoli sul diluvio, ed arrivando alla conclusione, che si trattò di un terremoto, accompagnato da maremoto e da un ciclone, verificatosi nella bassa Mesopotamia e mitizzato nelle narrazioni caldee, dalle quali attinsero poi gli altri popoli, specialmente gli ebrei. E lo stesso Suess, dopo aver detto, che da questo avvenimento sono derivate, dai libri sacri nella geologia, le espressioni di *diluvio, formazioni diluviali* e *depositi diluviali,* modestamente conclude (*Das Antlitz der Erde,* 3ª ed., Wien, 1908, vol. I, p. 92), che l'avvenimento fu violento e distruttivo, ma che manca la prova della sua ampia estensione: *Er ist heftig und zerstörend gewesen, aber es fehlt der Beweis für seine weite Ausbreitung!* — Ma già da quattro secoli questa limitatezza del preteso diluvio universale era stata intuita e dimostrata dal genio geologico di Leonardo da Vinci.

# CONCLUSIONE

> O dormiente, che cosa è sonno? Il sonno ha similitudine colla morte. O perchè non fai dunque tale opra, che, dopo la morte, tu abbi similitudine di perfetto vivo; che, vivendo, farti col sonno simile ai tristi morti?
>
> *Codice Atlantico*, 76 r.

Nelle pagine precedenti s' è cercato di mostrare rapidamente quale posto occupi il pensiero di Leonardo da Vinci in quella concezione dei mutamenti della terra, nota come scienza sotto il nome di geologia. S'è mostrato anzitutto, nell'introduzione, come questo pensiero debba inquadrarsi nella generale disposizione mentale di Leonardo, diretta essenzialmente verso una cognizione scientifica della natura, mediante un metodo strettamente sperimentale, non alieno però da indagini speculative razionali: precisamente così com'è inteso dai seguaci delle scienze moderne. S'è poi indicato, nella prima parte, quali fossero le migliori concezioni, mitiche, poetiche e filosofiche, che l'antichità classica, indiana, ellenica e latina, aveva dei grandi mutamenti della terra, e come queste concezioni fossero quasi completamente svanite nelle tenebre del millennio, precedente l'avvento di Leonardo da Vinci. Quindi s'è raccolto, nella seconda parte, tutto quel che di pensieri strettamente geologici Leonardo ci ha lasciato nei suoi manoscritti, facendo vedere, come essi erompano spontaneamente dallo scuro suolo medioevale e trapassino rapidamente, quasi senza lasciar traccia, nei secoli seguenti, anch'essi ancora in

parte avvolti in densa caligine d'ignoranza. Finalmente nella terza ed ultima parte si segue il cammino delle conoscenze geologiche in questi quattro secoli, posteriori a Leonardo, scorgendo come solo attraverso molti stenti e molti errori siamo giunti, dopo tre o quattro secoli, a fermare come capisaldi della geologia quei principii della scienza della terra, già pei secoli assodati dal pensiero di Leonardo da Vinci.

Questi principii di geologia, intravisti e dimostrati da Leonardo da Vinci, sono, nelle loro linee generali, i seguenti. Primo : la confutazione completa e definitiva del racconto biblico della genesi, con la storia della terra creata da seimila anni e con la leggenda del diluvio universale ; che aveva impedito per mille anni prima di Leonardo ed inceppò ancora per tre secoli dopo di lui lo sviluppo ed il progresso della geologia. Secondo : la dimostrazione sperimentale perfetta, che i fossili sono per la maggior parte avanzi di antichi organismi marini ; e che i terreni fossiliferi, successivamente stratificati attraverso un ordine lunghissimo di tempo, sono antichi fondi di mare, divenuti, per i mutamenti della superficie della terra, falde e cime di monti. Terzo : la illustrazione della lenta ed irresistibile opera di demolizione e di distruzione, esercitata sui continenti dagli agenti meteorici esteriori, specialmente dall'acqua, che, erodendo e trasportando, tende a colmare i bacini dei mari con i materiali strappati ai continenti. Quarto : la deduzione dei continui mutamenti tra-terra e mare, subìti e da subìre dalla superficie del pianeta ; la ricostruzione di alcuni di questi grandi mutamenti, già avvenuti nel passato della terra, specialmente in Italia e dentro e dintorno al bacino del Mediterraneo ; e finalmente la previsione di altri grandi mutamenti a venire nel futuro della terra.

È questo, come si vede, un complesso organico e stupendo di pensieri di geologia, quale non se ne riscontra l'eguale in

tutti i millenni precedenti nè nei tre secoli seguenti la comparsa di Leonardo da Vinci sulla terra. Or come giunse Leonardo a tale magnifico ordine di pensieri geologici? Poco egli attinse dalla tradizione e dall'insegnamento anteriore; moltissimo trasse dalle sue osservazioni, esperienze e speculazioni personali: tutto fece scaturire dall'insaziata sete di sapere, di cui febbrilmente ardeva tutto il suo essere.

Tale febbre di sapere, di cui egli era consapevole, come mostra in quel noto frammento, riportato alla fine dell'introduzione di questo libro, in cui egli descrive sè stesso tirato dalla sua « bramosa voglia, vago di vedere la gran commistione delle varie e strane forme fatte dalla artifiziosa natura », Leonardo la calmava indagando e contemplando di continuo le forme ed i fenomeni della natura, sia inorganica che organica, traendone materia di espressione artistica e di speculazione scientifica. E nell'indagare e contemplare egli non deviava, non si piegava; e lo sapeva, quando di sè stesso scriveva: « Non si volta chi a stella è fisso »; aggiungendo: « Impedimento non mi piega ». Nel diuturno lavorìo mentale egli superava qualunque sforzo, qualunque stanchezza, come egli stesso ci ha dichiarato: « Prima morte che stanchezza. Non mi sazio di servire. Non mi stanco nel giovare. Tutte le opere non son per istancarmi. *Sine lassitudine* ». Senza stanchezza infatti egli servì la sua bramosa voglia di sapere, fino alla morte.

E la bramosa voglia di sapere, servita così, senza stanchezza, gli schiuse le porte dell'arte e della scienza e gli fece intendere i principii fondamentali della geologia. Ad escogitare i quali era necessaria non solo l'esperienza dei sensi, ma anche come una contemplazione e visione artistica del passato e del futuro della terra. Ed anche di ciò egli era pienamente consapevole, quando scriveva: « I sensi sono terrestri, e la ragione sta fuori di quelli, quando contempla ». Anzi tale con-

templazione diviene per lui quasi come una contemplazione ascetica, come dimostra, quando consiglia agli studiosi e pensosi le stanze piccole, come le celle dei monaci e degli eremiti: « Le stanze overo abitazioni piccole ravviano lo 'ngegno, e le grandi lo sviano ». Solo chiudendosi in tali celle lo spirito, che ha spaziato nell'infinito della natura, può raccogliersi e scendere in sè stesso, per poi proiettarsi nuovamente di fuori, negli abissi dello spazio e del tempo. Similmente in una piccola cella del convento di San Domenico in Napoli maturò il germe *De l'infinito universo e mondi* e del *De Immenso et Innumerabilibus* di Giordano Bruno.

Perchè anche Leonardo, come Bruno, sebbene in misura e tono diverso, non si appagava della pura confezione di un quadro o di una semplice descrizione dei mutamenti geologici della terra, ma amava indagare il problema dell'esistenza. La quale esistenza gli apparve, come ho indicato nell'introduzione, in gran parte come tormento e miseria, da cui solo lo studio ed il pensiero può dare sollievo presente, finchè duri la nostra povera vita, e premio futuro, quando di noi non resti che il frutto delle nostre opere. Pensando a ciò, nell'ideare un nuovo orologio a pendolo, egli scrisse nel foglio 12 *r.* del *Codice Atlantico*: « Non ci manca modi nè vie di compartire e misurare questi nostri miseri giorni, i quali ci debba ancor piacere di non ispenderli e trapassargli indarno e sanza alcuna lode e sanza lasciare di sè alcuna memoria nelle menti de' mortali. Acciò che questo nostro misero corso non trapassi indarno ». La vita dunque per Leonardo è formata da « questi nostri miseri giorni », da « questo nostro misero corso », che è necessario colmare di pensiero e di studio, di contemplazione e di meditazione, per non trapassare indarno.

Ma, per contemplare e meditare è altresì necessario vigilare, esser desti, altrimenti la vita è come un sonno, simile alla

morte. « O dormente — egli scrive nel foglio 76 *r.* del *Codice Atlantico* — che cosa è sonno? Il sonno ha similitudine colla morte. O perchè non fai adunque tale opra, che, dopo la morte, tu abbi similitudine di perfetto vivo; che, vivendo, farti, col sonno, simile ai tristi morti? ». Ed infatti Leonardo ha fatto tale opra, anche in geologia, che ancor oggi, dopo quattrocento anni, egli sta tra noi geologi come perfetto vivo. Perchè Leonardo aveva anch'egli compreso, da sè, seppure in barlume, la verità annunziata duemila anni prima di lui da Buddho: che può produrre nel mondo opera immortale solo chi nel sonno della vita è uno svegliato.

# INDICE ALFABETICO

# INDICE

*Finito di stampare*
*il 15 ottobre 1920*
*negli Stabilimenti Poligrafici Riuniti*
*in Bologna*